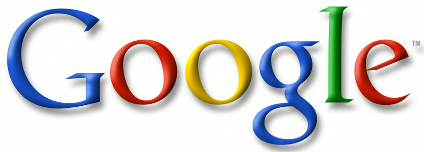
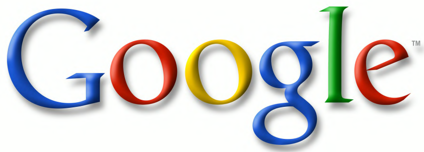
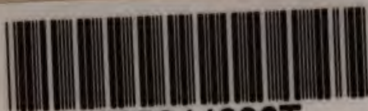

Google






600044636T




G.10 C 23

Physikalisches Wörterbuch

V. Band.

Erste Abtheilung.

H.

H.

Haarröhrchen s. Capillarität.

Hängebrücken.

Ports suspendûs; *Bridges of suspension.* Brücken, deren Fahrweg nicht von einer festen Unterlage getragen wird, sondern an einer biegsamen Verbindung beider Ufer aufgehängt ist. Diese Verbindung besteht entweder aus Seilen von Eisendraht, oder aus eisernen Ketten, daher diese Werke auch *Drahtbrücken*, oder *Kettenbrücken* genannt werden. Früher wurden unter *Hängebrücken* vorzüglich diejenigen hölzernen Brücken verstanden, deren Fahrweg von einem im Seiten-Geländer und Dach angebrachten hölzernen Sprengwerk getragen wurde, wie z. B. die ehemalige Schaffhauser Brücke und einige Andere.

Die Erfindung der Hängebrücken gehört den Gebirgsländern Asiens und America's an. Starke Seile aus Stroh, Weidenruthen, oder Lianen verfertigt verbinden die felsigen Ufer eines Waldstroms, und der Weg geht über ein Quergeflecht von dünneren Stricken, das jene zusammenhält [1]. Reiser oder Bretter bedecken das Letztere, und ein parallel zur Seite gezogenes Seil macht das Geländer dieses schwankenden, dem Tritt der Wanderer nachgebenden, Baues aus. Alexander von Humboldt, der im Januar 1802 auf der Brücke *Penipe* über den Fluſs *Chambo* setzte, giebt derselben eine Länge von 120 Fuſs bei 7 Fuſs Breite. Die Seile von den faserichten Theilen der Wurzel der

1 Eine Abbildung einer solchen Brücke in ihrer einfachsten Gestalt sehe man in Rugendas Vues du Brésil. 1827. Beschreibungen von Augenzeugen finden sich in Legentil la Barbinais nouveau voyage du monde T. I. p. 88.

Agave Americana verfertigt, waren ¼ Fuſs dick[1]. Von derselben Art muſs auch die Brücke gewesen seyn, welche der vierte Yncas, Mayta Capak, ein weiser Regent und groſser Feldherr zur Erweiterung seiner Eroberungen über den Fluſs Apurimak spannte. Sie bestand aus fünf mannsdicken Tauen von Bindweiden, von denen drei den Boden der Brücke ausmachten, während die beiden Andern als Seitenlehnen dienten. Sie waren an einem System von Querbalken befestigt, welche gegen zwei aus dem Felsen gehauene oder auch gemauerte groſse Pfeiler gelegt wurden. Seile von der Dicke eines Armes machten den Querverband aus, und nahmen die Bretter des Fuſsbodens auf, die dann noch mit Schilf oder Reisig bestreut wurden. Diese Brücke war zweihundert Schritte lang und zwei Varas (7 Fuſs) breit[2].

Auch in der alten Welt wird die Erfindung der Hängebrükken einem Krieger zugeschrieben, und wohl dürfte hierin den Asiaten die Priorität zukommen. In der chinesischen Provinz Setschuen befinden sich drei Brücken, die von dicken Seilen getragen werden. Berühmter jedoch ist die eiserne Kettenbrücke über den Panho in der Provinz Quei-tschu. Auf den beiden Ufern des zwar nicht breiten, aber sehr tiefen Flusses wurden zwei massive steinerne Pfeiler von 6 bis 7 Fuſs Breite und 17 bis 18 Fuſs Höhe erbaut, welche (übereinstimmend mit der soliden Construction der heutigen Engländer), zusammen ein Thor bilden. An jedem Pfeiler hängen vier Ketten an ungeheuer groſsen Ringen, und diese sind durch kleinere Ketten dergestalt mit einander verbunden, daſs das Ganze einem Netz mit groſsen Maschen ähnlich sieht. Die Brücke ist mit starken Bohlen belegt, die wohl mit einander zusammenhängen, und von den Pforten aus führt eine feste, auf vorspringenden Balken liegende Brücke zum Niveau der Ketten hin: zu beiden Seiten ist ein einfaches hölzernes Geländer angebracht[3]. Aehnliche Brücken befinden sich in dem benachbarten Thibet. Unweit der Stadt

---

1 Humboldt Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique.

2 Allgem. Historie d. Reisen. T. XV. S. 392. u. 588. Die Errichtung dieser Brücke dürfte auf das Ende des zwölften Jahrhunderts fallen.

3 Allgem. Hist. d. Reisen. T. VI. S. 199. (nach Du Halde).

Lassa (30° 33' N. Br. und 91° 40' L. v. Greenw.) führt eine Brücke von fünf Ketten über den Fluſs *Tsanga*. Jede Kette soll aus 500 Ringen von 1 Fuſs Durchmesser bestehen[1]; woraus RENNEL eine Distanz der Ufer von etwa 480 Fuſs ableitet, dreimal grösser als TURNER sie angiebt[2]. Das Geländer ist von Bambusrohr. TURNER beschreibt noch eine andere Kettenbrücke für Fuſsgänger, deren Construction mit der besten Methode der heutigen Architekten übereintrifft. Zwei parallele Ketten von 4 Fuſs Distanz sind über 8 Fuſs hohe Pfeiler gelegt, und gehen dann unter einer geringen Neigung nach der Erde hin, wo sie an einen groſsen Steinblock befestigt sind, welcher unter einer Last von Steinen begraben liegt. An diesen ist vermittelst Bändern aus Wurzeln und Schlingpflanzen eine Bohle von 8 Zoll Breite als Brückenweg aufgehängt, von solcher Länge, dass die Mitte 4 Fuſs unter die Ketten zu liegen kommt. Die Länge der Brücke beträgt 55 Fuſs.

Noch klarer und vollständiger erscheint diese Construction in einer Brücke, die nach dem Berichte des Capt. BASIL HALL unweit St. Yago in Chili über den Fluſs Maypo geführt ist[3]. Sechs starke gedrehte Riemen von rohem Büffelleder, je drei auf jeder Seite in einer Ebene übereinander hängend, tragen an verticalen ledernen Bändern von der Dicke des kleinen Fingers den vier Fuſs breiten aus kreuzweis gelegten Brettern bestehenden Fahrweg. Die letzteren sind, merkwürdig genug, an jenen so befestigt, daſs jeder erste verticale Riemen an dem obersten Tragseile, der folgende an dem mittlern, und der dritte am untersten angehängt ist. Am einen Ufer geht die Brücke in einen Felsen von 20 bis 30 Fuſs Höhe über dem Wasser; dort sind die Riemen in den Felsen selbst festgemacht. Auf dem andern flachen Ufer jedoch ist ein hohes Gerüst von starken Balken aufgerichtet, über welches die sechs Riemen hinübergezogen und in sehr wenig geneigter Richtung um eingegrabene Stämme gewunden sind. Der Fahrweg selbst ist möglichst geradlinig; die Hauptseile aber bilden einen flachen Bogen. Den Aussagen der Einwohner zufolge haben die Spanier bereits bei ihrem Eintritt

Fig. 1.

1 GEORGI, Alphabetum Thibetanum.

2 RENNEL, description de l'Indostan. T. III. p. 92. et TURNER Relation de l'Ambassade au Thibet. S. 75. u. 79. d. deutsch. Uebers.

3 Edinburgh philos. Journ. No. 27. p. 52.

in dieses Land vor 300 Jahren diese Brücken, so wie sie jetzt sind, vorgefunden.

Vermuthlich war es die Kenntnifs dieser Brücken, die einen wenig bekannten Schriftsteller, Faustus Verentius in den Stand setzten, im J. 1625 in einem in mehreren Sprachen herausgegebenen Werke die Hängebrücken mit aller Vollständigkeit und nach ihrer besten Construction zu beschreiben [1]. Die Seltenheit dieses Werks und die schlechte Einrichtung der orientalischen Kettenbrücken mochten Ursache seyn, dafs die Aufmerksamkeit der europäischen Architekten nie auf diesen Gegenstand hingelenkt wurde, und dafs selbst der erste Versuch dieser Art in England, die Kettenbrücke von Winch über den Flufs Tees, welcher die Grafschaften Durham und York scheidet, in Dunkelheit blieb [2]. Diese Brücke ist nach Art der Chinesischen gebaut; zwei Ketten von 70 Fufs sind 60 Fufs hoch über einen Abgrund gespannt; die Brücke von 2 Fufs Breite liegt auf den Ketten selbst, und ist nur auf der einen Seite mit einer Lehne versehen; sie ist auch allen den Biegungen und Schwankungen unterworfen, die dieser Construction eigenthümlich sind. Man setzt die Zeit ihrer Erbauung ins J. 1747. Erst mit dem gegenwärtigen Jahrhundert beginnt die eigentliche Epoche der Hängebrücken, und zwar zuerst in America, seitdem der Landeigenthümer Finlay die richtigen Grundsätze dieses Baues hervorrief, zufolge welcher der Fahrweg der Brücken von verticalen Stangen getragen wird, die an den Ketten aufgehängt sind. Bereits im J. 1808 war die Regierung der vereinigten Staaten im Fall, für diese Brücken ein Patent zu bewilligen, und im Jahr darauf wurde über den Flufs Merrimak in der Provinz Massachusets eine fahrbare Kettenbrücke von 244 Fufs engl. einfacher Bogenweite u. 30 Fufs Breite errichtet. Zehn Ketten, jede etwa 516 Fufs lang, waren über gemauerte Tragpfeiler von 37 Fufs Höhe und ein auf diesen errichtetes Zimmerwerk von 35 Fufs Höhe geschlagen, und weiterhin tief unter schweren Steinmassen in die Erde befestigt. Die Brücke soll 20000 Piaster gekostet haben, und auf eine Last von 10,000 Centner berechnet seyn. Nicht minder gigan-

1 Navier, Memoire et Rapport sur les ponts suspendûs. Paris. 1824. Introd. u. Seguin aîné Des ponts en fil de fer. 1826. 4. p. 27.

2 Stevenson Bridges of suspension. Edinb. philos. Journ. No. X. u. Bibl. univers. T. XXI.

tisch ist eine Brücke von 350 Fuſs aus zwei Bogen, welche über den Wasserfällen von Sckuylkill schwebt, und eine andere aus vier Bogen von 450 Fuſs.

Schon im J. 1807 hatte ein französischer Ingenieur Belü das Project eingegeben, über einem Arm des Rheins zwischen Wesel und Ruderich eine Brücke mit einen hängenden Bogen von 770 franz. Fuſs Oeffnung zu schlagen. Der Fahrweg hätte über die Ketten hingehen sollen, mithin wäre, da man denselben keine merkliche Senkung hätte geben dürfen, die Spannung auſserordentlich groſs geworden; eine Betrachtung, die nicht geeignet war, diesem Vorschlage Eingang zu verschaffen.

Dem Beispiele der kühnen Amerikaner folgend faſste der englische Ingenieur Telford im J. 1813 den Plan, über die Ausmündung des Mersey 20 engl. Meilen unterhalb Liverpool eine Kettenbrücke zu führen. Sie sollte aus einem Hauptbogen von 940 fr. Fuſs nebst zwei Halbbogen von 456 Fuſs bestehen, mithin etwa 1900 Fuſs ganze Länge erhalten, und 62 Fuſs hoch über dem Wasser schweben, um den Schiffen freien Durchgang zu gestatten. Das Ungeheure dieser Unternehmung machte die Actionnairs erschrecken; doch gab sie immerhin Gelegenheit zu nützlichen Untersuchungen über die Stärke des Holzes und Eisens, die Barlow in einem besondern Werke mitgetheilt hat.

Bis zum J. 1818 wurden in England nur drei kleinere Brükken für Fuſsgänger erbaut; die zu Galashiel von 111 Fuſs Länge, die von Kings Meadows über den Tweed von 110 Fuſs, und die von Thirstane über den Etterik von 125 Fuſs Länge. Alle drei sind von Eisendraht construirt nach einem System, dessen Verwerflichkeit sich besonders bei der Kettenbrücke von Dryburgh zu erkennen gab, die im Januar 1815 vom Sturm zerrissen wurde. Der Fahrweg ist hier nämlich nicht an einem Kettenbogen aufgehängt, sondern wird durch Schrägbänder τ, τ, τ; die als Radien vom Tragpfeiler (p) ausgehen, gehalten; Fig. 2. eine Anordnung, die hauptsächlich nach der Mitte der Brücke hin, der verticalen Haltung des Fahrwegs äuſserst ungünstig ist. Die Vereinzelung der Tragekräfte in diesen Radien veranlaſste eine ganz ungleiche Spannung in denselben, so daſs die einen Alles zu tragen hatten, während dem die andern locker waren. Die senkrechten Schwingungen dieser Brücke waren daher so stark, daſs einst vier Personen, die sich den Spaſs machten, die Schaukelung zu ihrem Maximum zu bringen, eine der längsten

Ketten sprengten, und dafs in jenem Sturme nach dem Urtheil der Augenzeugen Niemand die Brücke hätte betreten dürfen, ohne von diesen Schwingungen über das Geländer hinausgeworfen zu werden.

Nach dieser Zeit trat Telford mit dem Projecte auf, durch eine Hängebrücke die Ufer des Canals zu vereinigen, welcher England von der Insel Anglesea trennt, und die Menaistrafse genannt wird. Von beiden Küsten treten gemauerte Brücken, auf Arcaden ruhend, heraus, zwischen welchen der Hauptbogen von 540 F. Weite die Hängebrücke bildet. Telford wollte sie anfangs an sechszehn Eisentauen aufhängen, deren Construction jedoch von den eigentlichen Drahtseilen merklich abwich. Sechs und dreifsig viereckigte lange Eisenstangen von einem halben Zoll Durchmesser sollten so an einander gelegt werden, dafs sie ein viereckiges Prisma bildeten, dessen Durchschnitt ein Quadrat von drei Zollen Seite war. Vier Segmente von der Form eines senkrechten Cylinderabschnitts mit den planen Seiten auf das Prisma gelegt, sollten sodann das Quadrat seines Querschnittes zu einer Kreisfläche ergänzen, so dafs das Ganze ein rundes Tau vorgestellt hätte, dessen Theile durch einen spiralförmig umgewundenen Draht zusammengehalten worden wären. Allein er gab dieses System nachher wieder auf, und bei der Ausführung wurden Ketten aus 10 Fufs langen Stäben verfertigt, angewandt; jetzt (i. J. 1828) bildet diese Brücke nebst der nächst zu erwähnenden Unionbrücke eines der schönsten Denkmale moderner Baukunst.

Die erste grofse, nach den besten Grundsätzen ausgeführte Kettenbrücke (die Unionbrücke über den Tweed) wurde im Aug. 1819 von dem Erfinder der Ankerketten, dem Capitain Samuel Brown angefangen, und in eilf Monaten zu Stande gebracht. Ihre Spannweite beträgt 420 Fufs und die Brücke selbst ist 380 Fufs lang und 18 Fufs breit: in der Mitte ist sie um 2 Fufs gehoben, so dafs sie, selbst wenn die Ketten etwas nachgeben sollten, nie concav werden kann. Sie hängt an zwölf Ketten, von denen je zwey in horizontaler Ebene neben einander liegen, und bei ihren Gelenken die verticalen Tragstangen zwischen sich aufnehmen. Auf jeder Seite der Brücke hängen drei solcher Kettenpaare über einander dergestalt, dafs ihre Gelenke nicht in der nämlichen Verticale sich befinden, sondern je um ¼ eines Kettenstabes der Länge nach versetzt sind.

Fig. 3.

Auf diese Weise bilden die Aufhängestangen eine Reihe von gleichen Zwischenräumen, die nahe genug sind, um die zwei äufsern Längenbalken des Fahrweges gehörig zu stützen. Die Kettenstäbe sind Cylinder von 15 Fuſs Länge und 2 Zoll Durchmesser. An ihren Enden sind sie aufgetrieben und durchbohrt; ein ovaler stählerner Bolzen befestigt sie zwischen zwey platte Eisenstücke, welche das Gelenk der Kette ausmachen. Ihre Länge beträgt 432 Fuſs von einem Aufhängepunct zum andern, und sie bilden daselbst mit der Horizontallinie einen Winkel von 12 Graden. Der Pfeil der Senkung des mittlern Kettenpaares ist etwa 26 Fuſs, das Gewicht dieser Ketten beträgt gegen 2000 Centner. An dem flachern schottischen Ufer des Flusses gehen sie über einen gemauerten Pfeiler von 60 Fuſs Höhe, 57 Fuſs Breite, und 19 Fuſs Dicke nach der Richtung der Brücke. Bis auf 20 F. Höhe ist er gerade, nachher verjüngt, so daſs er eine abgestumpfte Pyramide darstellt, deren obere Fläche noch 28 und 15 F. in Kanten hält: in der Höhe des Fahrwegs ist er noch 32 F. breit. Ein gewölbtes Thor von 12 Fuſs Breite und 17 Fuſs Höhe führt durch denselben auf die Brücke. Jede dieser Doppelketten geht über eine groſse Rolle, und ist daselbst in kürzere Gelenke nach Art der Ketten in Taschenuhren gebrochen; sie liegen in verticalen Intervallen von 2 Fuſs über einander. Von da gehen die Spannketten schräg nach der Erde hin, so daſs sie den Boden unter einem Winkel von etwa 35 Graden berühren, und setzen diese Richtung bis auf 24 Fuſs Tiefe unter denselben fort. Daselbst sind sie durch ungeheure Tafeln von Guſseisen von 6 und 5 Fuſs in Kanten, die in der Mitte, 5 Zoll am Rande 2½ Zoll Dicke haben, geführt, uud mit groſsen ovalen Bolzen verzapft; der darüber befindliche Raum ist mit Steinen und Erde fest ausgefüllt. Am englischen Ufer ist das Mauerwerk an einem Sandsteinfelsen angelegt, und bedurfte seiner Lage wegen nur 24 Fuſs Höhe; seine Dimensionen sind mit den vorigen einerlei; hier gehen die Ketten nur über eine Art Sattel von Guſseisen, und treten dann in beinahe senkrechter Richtung an das Fundament des Mauerwerks hinunter; sie werden dort von eben so groſsen Tafeln festgehalten, die in dem Felsen eingesprengt und noch durch ein horizontal darüber gehendes Gewölbe gesperrt sind. Der Fahrweg liegt auf hölzernen Längenbalken, die 15 Zoll hoch und 7 Zoll dick sind; die querliegenden Bohlen haben 3 Zoll Dicke und sind für die Fuhrwerke mit eisernen

Geleisen versehen. Die Tragstangen von 1 Zoll Dicke stehen 5 Fuſs aus einander, an jeder Kette um 15 Fuſs. Das Geländer ist 5 Fuſs hoch, und besteht aus einem eisernen Netze, dessen Rauten 6 Zoll Seite haben. Das ganze Werk mit Gemäuer und Eisen wurde von dem Erbauer für die geringe Summe von 5000 Pf. Sterling geliefert; allein die Unternehmer fanden nachher für gut, seine Uneigennützigkeit durch ein Geschenk von 1000 Pfund zu belohnen.

Die Seichtheit der Küste am Hafen von Leith veranlaſste den nämlichen Architekten, den Bau eines langen Einladungsdammes (Einschiffungsdammes, embarcadère) nach dem Princip der Kettenbrücken vorzuschlagen. Er wurde im J. 1821 ausgeführt. Die ganze Länge dieser Brücke beträgt 700 Fuſs, welche auf drei Bogen von 230 Fuſs vertheilt sind: ihre Breite hält 4 Fuſs. Der erste Unterstützungspfeiler befindet sich am Lande, und ist gemauert, der äuſserste, welcher den Kopf der Brücke ausmacht, besteht aus 40 eingerammten, Pfählen, die einen Raum von 60 Fuſs Länge und 50 F. Breite einschlieſsen, und durch horizontale Querbalken zu einem festen Bau, der sowohl dem Wellenschlage als auch dem Zuge der Ketten zu widerstehen vermag, verbunden sind. Die zwei zwischenliegenden Unterstützungspuncte sind ebenfalls nur Pfahlwerk, mit durchbrochenen Pfeilern aus Guſseisen, über welche die Ketten gehen.

Die Vortheile, die diese so einfache Ladungsbrücke gewährte, die Zertheilung, vermöge welcher ein so durchbrochenes Pfahlwerk die Wuth der Wellen entkräftete, veranlaſste bald eine ähnliche noch gröſsere Unternehmung bei Brighton. Die dortige Brücke besteht aus drei Hängebogen, jeder von 230 Fuſs Länge; ihre Breite beträgt 11 Fuſs.

Im J. 1823 verfertigte der unternehmende Baukünstler Brunel zwei Kettenbrücken, die nach der Insel Bourbon bestimmt waren. Die dort wüthenden Orkane machten eine vorzügliche Stärke aller Theile nothwendig. Brunel versah daher den Fahrweg noch mit einem umgekehrten Kettenbogen unter der Brücke. Das Ganze besteht aus zwei Bogen von 130 Fuſs Länge. In der Mitte gehen die Ketten über einen durchbrochenen Pfeiler von Guſseisen von 24 Fuſs Höhe, der auf einer über das Wasser herausragenden gemauerten Unterlage ruht.

In Frankreich waren die Gebrüder Séguin zu Annonay, die

ersten, welche den Versuch einer kleinen Hängebrücke für Fufsgänger wagten, die nur 50 Franken kostete. Ihnen folgte bald der Oberst Dufour in Genf, der eine Brücke über zwei Graben der dortigen Festungswerke leitete. Wenn allerdings die erste Idee, statt der Ketten die wohlfeileren Drahtseile anzuwenden, den Gebrüdern Séguin angehört, so hat dagegen Dufour das Verdienst, dieses System in einem hinreichend grofsen Mafsstabe ausgeführt, und seine Vorzüge durch eine Menge trefflicher Versuche begründet zu haben. Das von ihm über diesen Bau herausgegebene Werk enthält überdem die ersten theoretischen Untersuchungen über diesen Gegenstand, und eine Menge sehr schätzbarer praktischer Angaben und Winke, wobei selbst etwanige Mifsgriffe mit einer Offenheit und Bescheidenheit dargelegt sind, die das wahre Kennzeichen persönlicher Vorzüglichkeit ausmacht. Der Raum, über den man zu schreiten hatte, betrug 269 engl. Fufs; in der Mitte des Grabens befand sich ein Zwischenwall von 84 Fufs Breite, der äufsere Graben war 110 Fufs, der innere 75 Fufs weit. Dieses nöthigte ihn, der Brükke zwei Bogen zu geben, deren Zwischenpfeiler man genau in die Mitte setzte. Die Tragpfeiler waren 12 Fufs hoch und 11 Fufs breit, und von einem Thorwege von 10 Fufs Höhe u. 6 Fufs Breite durchbrochen. Der Fahrweg hängt an sechs Drahttauen, deren jedes aus 90 Drähten No. 14. von 2,1 Millim. (oder 0,93 Par. Lin.) Durchmesser besteht, und die zu dreien auf jeder Seite senkrecht über einander hängen. Das unterste derselben berührt den Fahrweg, und das oberste das Geländer desselben. Auf der Stadtseite sind sie hinter dem Tragpfeiler mit verticalen, am äufsern Ende angeneigten Spannketten verbunden, welche solid im Boden befestigt sind. Die Hängestangen, welche die Brücke tragen, bestehen aus 12 Drähten, die wie die Drahttaue mit ausgeglühtem Eisendrathe umwunden sind. Um die horizontalen und verticalen Schwankungen der Brücken zu verhindern, sind an den Endpuncten einer jeden zwei seitwärts und niederwärts gehende Schrägbänder, aus 32 Drähten bestehend, angebracht, und in der Stützmauer des Grabens befestigt. Die Brücken selbst, von 6 Fufs Breite bestehen aus Holz, und sind mit eisernem Geländer versehen. Eine umständliche Beschreibung des bei Verfertigung der Drahtseile und der Errichtung der Brücke selbst angewandten Verfahrens machen Dufour's Schrift zu einem unentbehrlichen Hülfs-

buche für jeden, der den Bau einer gröfsern oder kleineren Drahtbrücke versuchen möchte.

Eine Drahtbrücke für Fuhrwerke wurde im Jahr 1825 von den Gebrüdern Séguin zwischen Tain und Tournon über die Rhone errichtet. Eine königl. Verordnung hatte im Jan. 1824 die Erbauung derselben und den Unternehmern ein angemessenes Brückengeld für 99 Jahr bewilligt. Sie besteht aus zwei gleichen Hängebogen, jeder von 262 franz. F. Länge, deren 12 Drahtseile über einen Zwischenpfeiler, 31 F. hoch über dem Fahrwege aufgehängt sind. Letzterer hat zwischen den Geländern 13 F. Breite, ist aber auf 50 F. um den Mittelpfeiler bis auf 19 F. erweitert, um sowohl das Vorbeifahren der Fuhrwerke zu erleichtern, als auch der Brücke in horizontaler Richtung mehr Festigkeit zu geben. Beide Brücken steigen gegen den Mittelpfeiler mit einiger Wölbung hinan, so dafs das Ganze einem Bogenstück von 1078 F. Radius gleich sieht. Das gemauerte Widerlager auf der Seite von Tournon ruht auf anstehendem Fels, der Zwischenpfeiler und die Tragmauer auf der Seite von Tain liegen auf solidem Pfahlwerk, dessen Fufs mit Steinblöcken verwahrt ist. Die Unterlage des Mittelpfeilers ist ein gemauertes Prisma von 52 F. Länge in der Richtung des Stromlaufes, 18 F. Breite und 24 F. Höhe vom Rost des Pfahlwerkes bis zur Brücke. Ein Thorweg von 12 F. Breite und 18 F. Höhe durchbricht den darüber stehenden Pfeiler. Von entsprechender Ausdehnung und Festigkeit sind auch die mit Pforten versehenen Widerlager der Endpuncte. Jedes der zwölf Drahtseile besteht aus 112 Eisendräthen von No. 18. 3 Millim. oder 1½ Lin. dick. Sie gehen je sechs auf jeder Seite über den Pfeiler und die Widerlager, hinter welchen sie meist vertical hinuntergezogen sind, und bilden drei Hängebogen, an welchen in abwechselnder Ordnung die verticalen Tragstäbe der Brücke aufgehängt sind. Das Geländer der Brücke aus rautenförmig zusammengelegten Holzstäben gebildet, deren Rauten durch verticale Eisenstangen zusammengezogen werden, bietet eine bedeutende Festigkeit dar, und hilft den Fahrweg steifer machen. Die vereinte Tragkraft der Drahtseile wurde zu 450000 Kilogr., die der Widerlager auf 600000 K. berechnet. Bei einer obrigkeitlich angeordneten Prüfung der Brücke wurde dieselbe durch Ueberführen mit Kiessand allmälig bis auf 58000 Kilogr. belastet, wobei die Senkung des Bogens gemessen

wurde. Sie ging für diese Last bis auf 9 Zoll, dagegen zeigten zwei empfindliche Wasserwaagen, welche auf dem einen Widerlager und auf dem Mittelpfeiler sich befanden, nicht die geringste Aenderung. Endlich brachte man zwei beladene Wagen, die mit ihren Pferden zusammen 7900 Kil. wogen, auf die Brükke, wozu sich noch über 50 Personen gesellten, so dass dieselbe mit 69150 Kil. belastet war. Dessen ungeachtet war weder an den Drahtseilen noch an dem Mauerwerke nur die mindeste Spaltung oder Störung zu bemerken; und als man Tags darauf die Last wieder abräumte, trat auch die Senkung der Ketten wieder bis auf 2 Zolle in ihre vorige Lage zurück. Dieser Bau leistet also den genügenden Beweis, dafs man auch mit Drahtseilen, wie mit Ketten, grofse fahrbare Brücken construiren kann.

Seit der Zeit hat sich die Zahl der Ketten und Drahtbrükken noch bedeutend vermehrt; im St. Petersburg allein befinden sich gegenwärtig fünf Drahtbrücken, von denen zwei für Fuhrwerke bestimmt sind, und bis 97800 Kilogr. tragen. In Wien ist durch die Errichtung der Sophienbrücke die Bahn für diese Constructionen gebrochen. Auch in England und America ist die Zahl der Kettenbrücken zunehmend. Die Fortschritte der Mechanik und besonders der Siderotechnik werden allmählig auch in den übrigen Theilen Europas eine Veranstaltung verbreiten, welche eine der nützlichsten Früchte der Thätigkeit unsers unternehmenden Zeitalters ist.

Allgemeine Bemerkungen.

Es kann nicht die Absicht dieser Darstellung seyn, eine vollständige Anweisung zum Bau der Hängebrücken zu geben: diese findet der Wifsbegierige in dem geschichtlichen Details über die bisher erbauten Ketten- und Drahtbrücken, deren Literatur am Schlusse dieses Artikels gegeben ist, vorzüglich in dem für diesen Gegenstand classischen Werke von Navier, denjenigen von Dufour, Séguin und Freiherrn von Mitis. Aus der Geschichte der Hängebrücken ergiebt sich auch zuvörderst, dafs diejenige Construction, bei welcher der Fahrweg an einzelnen, von einem Gerüste am Ufer ausgehenden, Radien oder Schrägbändern aufgehängt ist, wegen der ungleichen Anspannung der Letztern keine Sicherheit gewähre, und dafs diese nur von einer, beide Ufer vereinigenden, biegsamen Li-

sie erwartet werden kann, welche nach Art der *Kettenlinie* gekrümmt ist. Schon GALILEI kannte dieselbe, und machte auf ihre nahe Uebereinstimmung mit der Parabel aufmerksam, ohne sich jedoch in eine mathematische Untersuchung derselben einzulassen [1]. Später bemerkte JOH. JOACHIM JUNG von Hamburg, dafs die Kettenlinie eine von der Parabel verschiedene Linie sey, und im J. 1690 stellte JAC. BERNOULLI in den Actis Eruditorum nach damaliger Uebung die Theorie derselben als ein Problem auf, das durch LEIBNITZ und JOH. BERNOULLI gelöst [2] ward. Im J. 1697 wurde eben dieses von DAVID GREGORY [3] versucht, der zuerst die Tauglichkeit der umgekehrten Kettenlinie für steinerne und hölzerne Brückenbogen bemerkte; EULER's [4] allgemeine Theorie der Spannung eröffnete endlich den einfachsten Weg zur vollständigen Bestimmung dieser Linie.

Theorie und auch die von GALILEI selbst angerufene Erfahrung zeigen, dafs die Kettenlinie, wenn die Entfernung ihrer festen Punkte gegen ihre Senkung sehr grofs ist, wie dieses gerade bei den Hängebrücken statt findet, sehr wenig von der Cykloide und auch von der Parabel abweiche. Da überdem die Kette hier nicht freischwebend erscheint, sondern durch den angehängten Brückenweg in allen Theilen einen nahe gleichen senkrechten Zug erleidet, so entfernt sich ihre Gestalt von der eigentlichen Kettenlinie und geht wirklich in die Parabel über,

1 Allzubestimmt wird beinahe in allen Lehrbüchern ausgesprochen, dafs GALILEI die Kettenlinien mit der Parabel *verwechselt* habe. Indem er die parabolische Bahn geworfener Körper untersucht, zeigt GALILEI aus der Senkung einer schweren Kette, und der Unmöglichkeit, sie genau horizontal und geradlinigt auszuspannen, auch die Unmöglichkeit eines geradlinigten horizontalen Schusses. Eine auf ein Bret gezeichnete Parabel, den Scheitel nach unten gekehrt, sey mit der Bahn einer aufgehängten Kette *sehr nahe* übereinstimmend, und die Anpassung sey um so genauer, je flacher der Bogen, oder je ausgespannter die Kette sey; für Elevationswinkel unter 45° fallen diese Curven *quasi ad unguem* zusammen. Die Kettenlinie biete also für die Praxis ein bequemes Mittel dar, die Puncte verschiedener Parabeln auf einer Tafel schnell zu bestimmen. S. Galilei Opere. T. III. p. 169. Edit. von Padua. 1744.

2 Bernoulli Opera. T. I. p. 48. u. III. p. 491.

3 Philos. Trans. Abridged. I. p. 39.

4 Novi Comment. Petropol. T. XV. u. XX.

sie ist nur Kettenlinie, wenn das Gewicht des Brückenweges gegen dasjenige der Kette Null ist, und umgekehrt wird sie zur völligen Parabel, wenn die Schwere der Ketten gegen das der Last der Brücke selbst nicht in Betracht kommt. Das Letztere ist, wenn auch nicht immer, doch bei weitem am häufigsten der Fall, und so kann man bei der Berechnung der einzelnen Bestimmungsstücke statt der unbequemen Ausdrücke, welche die strenge Theorie der Kettenlinie liefert, die einfachern der Parabel in Anwendung bringen. Ueberhaupt müssen alle Verhältnisse nicht nach einer theoretischen Annahme der einen oder andern Curve, sondern mit sorgfältiger Rücksicht auf den definitiven Zustand des Ganzen berechnet werden. Hierher gehört namentlich die Berechnung der Tragstangen, deren Länge bei der Anwendung im Großen nach der einen oder andern Theorie beträchtlichen Verschiedenheiten unterworfen ist[1]. Immerhin liefert die gemeinsame Theorie dieser Curven einige wichtige Hauptsätze, welche bei Constructionen dieser Art zum Grunde gelegt werden müssen, deren Beweis in den betreffenden Lehrbüchern nachgesehen werden kann:

1. Die Gewalt, mit welcher die Kette *in horizontaler Richtung* auszuweichen strebt, ist in allen Theilen derselben gleich groß, und der Spannung im Scheitel gleich.

2. Die Gewalt, mit welcher die Kette in irgend einem Puncte *nach verticaler Richtung* zu zerreißen strebt, ist gleich dem Gewichte der Kette von diesem Punkte an bis zum Scheitel.

3. Die *Spannung am Scheitel* oder die horizontale Spannung steht bei gleichen Spannweiten im umgekehrten Verhältniß mit der Tiefe des Bogens oder dem Pfeile von der Chorde nach der Mitte desselben.

4. Sie wächst hingegen nach den Quadraten der Spannweiten.

5. Am Scheitel ist die Spannung am kleinsten, und sie

---

1 Séguin umgeht die Berechnung der Länge der Tragstangen durch ein praktisches Verfahren. Nachdem eine der Ketten aufgehängt ist, spannt er einen feinen Draht als Abscissenlinie genau in der Richtung des Fahrwegs, und bestimmt von diesem aus die Ordinaten nach der Curve hin durch directe Messung, deren Ergebnisse jedoch später nach Belastung der Curve einer Berichtigung unterworfen seyn möchten.

wächst mit der Abscisse vom Scheitel an gerechnet; sie ist daher am Aufhängepuncte am gröfsten.

6. Für jedes Bogen-Element ist sie proportional der Cosecante des Winkels, den dasselbe mit der Horizontallinie bildet; daher bei flachen Bogen die Spannung aufserordentlich grofs wird.

7. Die Spannung einer Stelle in der Kettenlinie ist der Quadratwurzel aus ihrem Krümmungshalbmesser proportional, sie ist daher vom Scheitel an zunehmend.

8. Die horizontale Spannung verhält sich wie der Krümmungshalbmesser am Scheitel und wird durch das Gewicht einer Kette gemessen, die mit diesem Krümmungshalbmesser einerlei Länge hat, und vom gleichen Querschnitt mit der Kette am Scheitel ist. Nun ist in der Parabel der Krümmungshalbmesser genau dem halben Parameter gleich, und somit ist nach der bekannten Gleichung dieser Curve $y^2 = px$, die horizontale Spannung $Q = \frac{1}{2}p = \frac{y^2}{2x}$. Bezeichnet y die halbe Spannweite $\frac{1}{2}W$, und x den Pfeil f, so wird $Q = \frac{W^2}{8f}$, (Fig. 4.) und da W eigentlich das Gewicht eines Prisma ausdrückt, dessen Basis der Querschnitt der Brücke in der Gegend des Scheitels (Ketten und Fahrweg zusammengenommen) und dessen Höhe die Spannweite ist, so ist die horizontale Spannung dem Gewichte der ganzen Brücke gleich, wenn die Senkung der Kette den achten Theil der Spannweite beträgt. Ist $f = \frac{W}{n}$, also $W = nf$, so wird $Q = \frac{nf \times nf}{8f} = \frac{nW}{8}$. Wird z. B. der Pfeil nur halb so grofs ($\frac{1}{16}$ der Länge) also $n = 16$, so wird die horizontale Spannung $= 2W$, d. h. doppelt so grofs als das Gewicht der Brücke. Hierbei ist jedoch noch dasjenige Gewicht der Kette aufser Acht gelassen, das vom Ueberschufs der Bogenlänge über die Spannweite herrührt, und welches selten mehr als $\frac{1}{100}$ der ganzen Last ausmacht. Sind also beide, der Fahrweg und die Ketten durchgängig von gleichförmigem Querschnitte, so ist die Spannung am Scheitel dem Gewichte des Ganzen gleich, wenn $f = \frac{1}{8}W$, und sie verändert sich im umgekehrten Verhältnifs mit der Senkung f.

Diesen allgemeinen theoretischen Sätzen lassen sich aus

Navier's vollständiger Untersuchung des Gegenstandes, noch einige andere über die verticalen und lateralen Schwankungen eines solchen Systems, so wie über seine Längenschwingungen beifügen, die jedoch durch die verschiedene Solidität der Construction wesentlich modificirt werden. Wenn auch das Nachgeben und die Biegsamkeit eines Systems bei einem allzustarken Impuls das Zerbrechen hindert, so wirkt auf der andern Seite eine allzugroſse Beweglichkeit und das Hin- und Herarbeiten abnutzend und zerstörend auf die einzelnen Theile und und ihre Verbindung. Aus diesem Grunde, da die Schwankungen der Ketten im geraden Verhältniſs der Quadratwurzel des Pfeiles und im umgekehrten der Spannweite stehen, dürfte es gerathener seyn, die *Senkung* im Verhältniſs der Spannweite *in so weit zu vermindern*, als es die dadurch vergröſserte horizontale Spannung nur immer gestattet, und dagegen zu diesem Ende die Stärke der Tragketten zu vermehren[1]. Nicht minder wichtig ist es auch, dem *Fahrwege*, sey es durch die Einrichtung seines *Geländers* oder durch ein leichtes Sprengwerk die *möglichste Steifigkeit* zu verschaffen, und somit sowohl die localen Eindrücke einer beweglichen Last auf das Ganze zu vertheilen, als auch den Seitenbiegungen der Brücke, welche von Windstöſsen auf sie ausgeübt werden, entgegen zu wirken[2]. Auch das Gewicht des Fahrwegs, welcher durch seine Construction oder durch Bedecken mit Kiessand erhöht werden kann, trägt wesentlich dazu bei, das Ganze gegen die Einwirkung der zufälligen Lasten unempfindlicher zu machen. Wenn auch eben dieses eine vermehrte Stärke der Tragketten erforderlich macht, so wird dagegen, zumal bei gröſseren Brücken an Sicherheit und Dauerhaftigkeit wesentlich gewonnen.

Die *Tragpfeiler* der Ketten können für leichte Brücken von Zimmerwerk, für gröſsere von Guſseisen oder Mauerwerk gemacht werden. Sie bilden entweder bloſse Säulen, oder eine Masse breiter als die Brücke selbst, durch welche ein Thorweg auf diese hinführt. Die letztere Construction, wenn sie auch

1 Bei den americanischen Kettenbrücken ist die Senkung meist $\frac{1}{7}$ der Spannweite, bei den Englischen etwa $\frac{1}{15}$.

2 Wie Brunel's Versuch, durch einen, nach Dufour's Vorschlag, *unter* dem Fahrweg zu beiden Seiten fortgeführten, *nach oben convexen* Kettenbogen die Steifigkeit der Ersten zu bewirken, sich bewährt habe, ist noch nicht bekannt geworden.

etwas schwerfällig aussieht, dürfte doch durch ihre Solidität für grössere Brücken sich empfehlen. *Eine bedeutende Ausdehnung der Basis* dieses Mauerwerks, seyen es Säulen, Pyramiden oder Prismen, oder eine grosse cubische Masse ist unerläſslich, um dem mächtigen Seitenzuge zu widerstehen, und durch eine hinreichende Zurücksetzung des Schwerpunctes jede Umwälzung unmöglich zu machen. Diese Vorsicht wird besonders nothwendig, wenn man die Spannketten sogleich hinter ihrem Auflagepunkte senkrecht herunterführt, und sie dort entweder an Felsen oder grossen Steinblöcken anhaftet, oder in eine Art Keller hinabgehen läſst, wo sie unter dem Gemäuer befestigt werden. Obwohl hier der senkrechte Zug der Spannketten jede Umstürzung unmöglich macht, so wird dagegen dem beinahe horizontalen Seitenzug der Tragketten, und der Verschiebung durchaus kein anderer Widerstand entgegengesetzt, als welchen die Solidität des Gemäuers leistet, daher diese Leitung der Spannketten bei Säulen von geringer Basis Gefahr bringen würde. Daſs hierbei überhaupt auf eine hinreichende *Befestigung des Ufers*, da, wo sie nicht von Natur gegeben ist, durch ein tiefgehendes Pfahlwerk gesehen werden müsse, bedarf keiner Erinnerung.

Die sicherste Unterstützug der Ketten bleibt immer diejenige , wo sie dergestalt über die Tragpfeiler hin gezogen werden, daſs sie *zu beiden Seiten gleiche Winkel* bilden. In diesem Falle wird der Druck, den sie ausüben, ganz senkrecht, und insofern nur das Fundament fest ist, so wird auch eine weniger massive Unterstützung doch keinen Unfall besorgen lassen. Um dabei jeden Seitenzug zu verhindern, sollte man auch die, von starker Belastung oder durch Wärmeausdehnung bewirkte Reibung der Ketten auf der Unterlage dadurch beseitigen, daſs man sie über Rollen oder Sectoren gehen läſst, deren Axen auf dem Gemäuer liegen. Die Kleinheit des Winkels, welchen in dem angenommenen Falle die Spannketten mit dem Boden bilden, setzt ihren Befestigungspunct weiter landeinwärts, und macht es möglich, sie nicht durch die bloſse *Beschwerung* mit einer grossen Steinmasse zu sichern, sondern ihrer Verrückung auch den unermeſslichen Widerstand entgegen zu setzen, welchen die Unverschieblichkeit und Incompressibilität einer auch nur mäſsigen Erdmasse (z. B. beim Ankern der Schiffe oder bei der Befestigung der Erdwinden) leistet. In

dieser Beziehung ist die von BRUNEL bei der Brücke auf Bourbon und die von TELFORD bei der Bangor- oder Menai-Brücke gewählte Anordnung, bei welcher die Ketten mit ihren Scheitelpuncten die Ufer berühren, des horizontalen Zuges wegen besonders vortheilhaft, indem dadurch bei einiger Hineinführung der Ketten ins Ufer die Erbauung der kostbaren Widerlager grofsentheils beseitigt wird. Eben dieses läfst sich auch dadurch erreichen, dafs man die Ketten *unter* dem Fahrwege aufhängt, und diesen auf jene hinstellt. Hierbei wird jedoch Fig. durch die bedeutende Dicke, welche den verticalen Tragstan- 5. gen gegeben werden mufs, das Gewicht beträchtlich vermehrt; die tiefhängende Kette versperrt die Fahrt, und die Brücke dürfte bei starkem Winde nachtheiligen lateralen Pendelschwingungen ausgesetzt seyn.

Das *beste Material* für die Construction dar Hängebrücken bleibt immerhin das geschmiedete Eisen: seine Stärke mufs jedoch bei jedem Baue durch eine besondere Vorrichtung geprüft werden [1], und man ist übereingekommen, die Belastung desselben nur auf ein Drittel der Kraft gehen zu lassen, welche erforderlich ist, dasselbe zu zerreifsen, indem bei dieser Anspannung das Eisen seine vollkommene Elasticität behält, und die Anordnung seiner innern Theile noch nicht verändert wird [2]. Die Erfahrung an den Chinesischen Kettenbrücken, und an andern frei aufgehängten eisernen Ketten, leisten hinreichende Beweise für die Dauerhaftigkeit dieses Stoffes, wenn er nicht mit oxydirenden Substanzen, oder etwa mit Metallen, die einen galvanischen Procefs in demselben hervorrufen, in Verbindung kommt, ein Umstand, der besonders beim Befestigen der Eisentheile an die Erde (z. B. bei dem Eingiefsen mit Blei) zu berücksichtigen ist.

Noch scheint es nicht ausgemacht, ob von den beiden Arten von Hängebrücken die eine einen entschiedenen Vorzug vor der andern habe. In England ist, zumal für die gröfseren

1 Man sehe hierzu die Apparate von RENNIE in den Philos. Trans. f. 1818. (ann. de Chimie Sept. 1818.); die von DUFOUR u. MITIS in den unten benannten Werken. Vergl. Th. II. S. 137. dieses Wörterbuchs.

2 Sehr viele Angaben über die Stärke des Eisens findet man in NAVIER'S Résumé des leçons données à l'école roy. des ponts et chaussées; Mécanique. T. I. Paris. 1826. 8.

Brücken, die Methode der *Ketten* vorherrschend, indem daselbst nur etwa drei, und zwar nur für Fufsgänger von Draht gemacht worden sind; und es ist nicht zu leugnen, dafs diese Entschiedenheit von Seite so kenntnifsreicher, alle ihre Einrichtungen so wohl in Beziehung auf Zweckmäfsigkeit als Kostenersparung so wohl ponderirender Mechaniker hierin von grofsem Gewichte ist. Dagegen haben die Gebrüder Séguin in Frankreich den Thatbeweis geleistet, dafs man auch solide fahrbare *Drahtbrücken* bauen könne, und eben dieses wird auch durch ähnliche Constructionen in St. Petersburg dargethan. Die Sache kann unter verschiedenen Gesichtspuncten betrachtet werden, deren gegenseitige Abwägung zum Theil durch örtliche Verhältnisse bestimmt werden kann: 1. „Von Seite der *Stärke und Dauerhaftigkeit;* 2. in Beziehung *auf leichte Verfertigung oder Ausbesserung*, und 3. in Rücksicht auf *Wohlfeilheit.*“ In Betreff der *Stärke* zeigen die Versuche von Séguin und die von Dufour, dafs gezogener unausgeglühter Draht verhältnifsmäfsig bedeutend stärker ist, als Stangeneisen, und dafs diese Stärke bei feinerem Drahte zunimmt. Auch haben nach Dufour's Erfahrung, die aus vielen Drähten zusammengesetzten Taue eben so viel Stärke, als die Summe der einzelnen Drähte ausmacht [1]. Gegen die Oxydation werden dieselben durch fleifsiges Bedecken mit Firnifs hinreichend geschützt. Vielleicht dürfte in der Folge die von dem Genfer Künstler Darier mit Erfolg versuchte Ueberzinnung der Taue, und nacherige Glättung durch den Drahtzug eine vollständige Sicherung gewähren. Das Unbequemste wäre wohl die Steifigkeit solcher Taue bei verstärktem Durchmesser. Dafs in denselben einzelne Drähte unbemerkt reifsen sollten, ist nicht zu befürchten, wenn man sie, wie Dufour that, vor der Vereinigung einzeln einer doppelt so grofsen Anspannung aussetzen würde, als ihre spätere Tragkraft erheischt. Die Leichtigkeit mit welcher sol-

---

1 In Cordiers Ponts et Chaussées wird von einem Englischen Ingenieur Samuel Ware die Stärke des Eisendrahtes von $\frac{1}{4}$ Zoll Dikke derjenigen des Stangeneisens gleich gesetzt, und die Stärke eines Drahttaues zu der Summe der Kraft seiner einzelnen Drähte wie 40 zu 65 angenommen; doch ohne nähere Angaben. Séguin hat durch directen Versuch nur $\frac{1}{141}$ Unterschied zum Nachtheil des Drahtseiles gefunden.

die Drahtseile verfertigt werden können [1], die bedeutende Län- von 60 bis 100 Fuſs, die man auf einmal erhält, der Um- stand, daſs Alles kalt bearbeitet werden kann, ist entschieden zu ihren Gunsten; da hingegen bei den Ketten die Enden der Stangen geschmiedet, gebohrt, zur bestimmten Länge ausge- reckt, in genaue Gelenke gepaſst, und mit gedrehten Bolzen geschraubt werden müssen. Bei diesen ist jedoch die Befesti- gung der verticalen Tragstangen sicherer und leichter, als bei den Drahtsäulen, wo sie nur durch einen das Seil umgebenden Ring von Draht in ihrer Stelle gehalten werden. Wenn demnach Dufour's und Séguin's nicht zu bezweifelnden Angaben die Stärke des Drahtes zu derjenigen des Stangeneisens sich nahe wie 3 zu 2 verhält (indem ein Quadrat-Millimeter des erstern bei 63, des letztern bei 42 Kilogrammen zerreiſst), so ist auch die *Wohlfeilheit*, sowohl in Beziehung auf das Quantum des Materials, als auf den Arbeitslohn ganz auf Seite der Drahtseile. Dagegen ist nicht zu leugnen, daſs bei gehöri- ger Einrichtung auch die Verfertigung von Ketten, wegen der Gleichheit ihrer einzelnen Bestandtheile ziemlich geschwind von Statten gehen kann, daſs man ihre Gröſse jedem auch noch so groſsen Bedürfnisse anpassen kann (ein Umstand, der bei den Drahtseilen doch gewisse Grenzen finden dürfte), daſs man zu keiner Zeit etwa von verborgenen Fehlern zu befürchten hat, und daſs bei eintretenden Reparaturen jedes einzelne Glied leicht herausgenommen werden kann, während dem die Be- festigung eines Seiles mehr Kosten und Mühe verursacht. Auch ist bei diesem System *sehr genaue Arbeit* eine wesentliche Bedingung; da hingegen das der Drahtseile eine weniger sorg- fältige Ausführung erfordert. Wenn daher das Erstere für alle und jede noch so sehr ins Groſse gehende Unternehmungen die- ser Art seinem Zwecke genügen kann, so wird das Letztere mit ungleich geringerm Aufwande dennoch für die gewöhnli- chen Fälle der Brücken für Fuſsgänger und leichte Fuhrwerke gute Dienste leisten, und diese Kostenersparung ist hier oft um so wichtiger, als die meisten Unternehmungen dieser Art nur von Privaten, oft auf ein sehr mäſsiges Brückengeld hin ge- gründet werden müssen.

---

[1] Nach Dufour verfertigten drei Arbeiter in 8 Stunden 36 Mè- tres Drahtseil von 90 Drähten.

Noch ist die Einführung der eisernen Hängebrücken zu neu, um über ihre Tauglichkeit ein entscheidendes Urtheil zu fällen. Die Zeit wird lehren, ob die anscheinende Wohlfeilheit mit ihrer Dauer in einem günstigen Verhältnisse stehe. So wie ihr Princip von dem der steinernen und hölzernen Brücken wesentlich verschieden ist, so muſs es auch ihre Anwendung seyn. Für kürzere und stark befahrene Uebergänge werden die bisherigen Constructionen immer vortheilhafter seyn, und nur, wo diese nicht zureichen, bei allzu kostbaren oder schwierigen Wasserbauten, beim Uebersetzen über breite und tiefe Klüfte und namentlich etwa für Wasserleitungen dürften die Hängewerke ihren überwiegenden Vorzug bewähren[1].

H.

Härte.

Durities; Dureté; *Hardness, rigidity.*

Die Härte der Körper steht der *Weichheit* entgegen, und bezeichnet also eine relative Eigenschaft derselben, für welche kein absolutes Maſs existirt, indem vielmehr jeder Körper nur

1 Zur Literatur dienen Edinb. philos. Journ. X, XI, XXI. Edinb. Journ. of Science No. V. Bibl. univers. sc. et arts XXI, XXIII, XXX, XXXI. Hauptsächlich Navier Rapport et mémoire sur les ponts suspendus. 1824. 4. avec atlas. Ferner Dupin Voy. dans la gr. Bretagne. Force commerciale av. atlas. Cordier ponts et chaussées. 1823. 8. av. atlas. Ign. von Mitis, die Sophienbrücke in Wien. 1826. 8. Atlas. J. L. Spaeth über d. Tragbarkeit der Union-Kettenbrücke in Dingler's polytech. Journ. XXVII. Description of the iron bridges of suspension over the strait of Menai at Bangor, and over the river Conway in North Wales. 1824. 8. Philos. Trans. f. 1827. Ueber Drahtbrücken insbesondere: Dufour Descr. d'un pont suspendu en fil de fer. 1824. 4. u. nach diesem C. F. W. Berg der Bau der Hängebrücken aus Eisendraht. 1824. 8. Séguin l'aîné: des ponts en fil de fer. Sec. Ed. 1826. 4. Bulletin de la Soc. d'Encourag. No. 248. über die Draht-Kettenbrücken von Delessert zu Cassy u. Larochefoucold zu Liancourt. Zwei schöne Engl. Kupferstiche, die Unionbrücke und die Bangorbrücke darstellend. *J. G. K.* Die Kettenlinie und ihre Anwendung im Allgemeinen, insbes. zum Theil auf Ketten-Hängebrücken. 1826. 8. Beitrag zum Bau der Kettenbrücken, welche in der Mitte mit einem beweglichen Brückentheile zu einer Durchfahrt eingerichtet sind. 1826. 4. In dieser Schrift wird das miſsliche System der Radien oder schrägen Suspensorien empfohlen.

hart oder weich in Verhältnifs zu irgend einem andern Körper genannt wird. Der specifische Charakter der Härte besteht darin, dafs die Theile der Körper dem Eindringen jedes andern Körpers, der Trennung von einander, oder der Verschiebung aus ihrer Stelle einen grofsen Widerstand entgegensetzen, dagegen selbst in die Theile weicherer Körper einzudringen, sie zu trennen oder zu verschieben vermögen; mit einem Worte: ein Körper ist härter als ein anderer, wenn er diesen ritzt, selbst aber durch diesen nicht ritzbar ist, in welcher Beziehung insbesondere die Mineralogen diese Eigenschaft als Kennzeichen der Fossilien benutzen.

Bleiben wir zuvörderst blofs bei den Thatsachen stehen, so sind einige Körper allezeit härter als andere, so dafs ihnen diese Eigenschaft ohne Widerrede zukommend beigelegt werden mufs. So ist das Eisen härter als Blei, die kieselerdehaltigen Steine sind meistens härter als die kalkerdehaltigen, die unorganischen härter als die organischen. Inzwischen gehen die nämlichen Körper unter verschiedenen Bedingungen vielfältig in den Zustand gröfserer Härte über, und dieses zuweilen in einem wahrhaft unglaublichen Grade. Bei organischen Substanzen geschieht dieses meistens durch gröfsere Näherung der Elemente und Entfernung der sie trennenden Flüssigkeiten; so erhärtet der Pflanzensaft zur harten Holzfaser, das Firnifs, das im heifsen Wasser gelösete Stärkemehl, der thierische Leim u. s. w. gehen durch Austrocknung in den Zustand bedeutender Härte über, und ein ähnliches Verhalten zeigt sich bei der Bildung der Knochen, der Nägel, Klauen, Hörner und insbesondere der Zähne, deren Schmelz einen der härtesten, zuweilen fast dem Angriffe einer Feile widerstehenden und durch Eisen nicht ritzbaren Körper darbietet. Verschiedene unorganische Körper werden härter, wenn ihre Theile einander näher gebracht oder sie dichter werden, und ohne Zweifel ist dieses bei allen der Fall, wozu bei einigen noch die Entfernung der Feuchtigkeit eine bedeutende Vermehrung der Härte herbeiführt. Letzteres ist insbesondere der Fall bei dem weichen Thone, welcher durch Austrocknen und Brennen zu dem oft ausnehmend harten Porzellane wird. Mehrere Metalle werden härter durch Hämmern, Walzen u. dgl., z. B. Silber, Messing, Kupfer und Eisen, gehen aber durch Glühen und langsames Erkalten wieder in den Zustand gröfserer Weichheit über. Bei Eisen und Stahl

Noch ist die Einführung der eisernen Hängebrücken neu, um über ihre Tauglichkeit ein entscheidendes Urtheil fällen. Die Zeit wird lehren, ob die anscheinende Wohlf heit mit ihrer Dauer in einem günstigen Verhältnisse ste So wie ihr Princip von dem der steinernen und hölzern Brücken wesentlich verschieden ist, so muſs es auch ihre wendung seyn. Für kürzere und stark befahrene Uebergä werden die bisherigen Constructionen immer vortheilh seyn, und nur, wo diese nicht zureichen, bei allzu kost oder schwierigen Wasserbauten, beim Uebersetzen über und tiefe Klüfte und namentlich etwa für Wasserleitungen ten die Hängewerke ihren überwiegenden Vorzug bewähr

H.

Härte.

Durities; Dureté; *Hardness*, *rigidity*.

Die Härte der Körper steht der *Weichheit* entgegen, bezeichnet also eine relative Eigenschaft derselben, für w kein absolutes Maſs existirt, indem vielmehr jeder Körpe

---

1 Zur Literatur dienen Edinb. philos. Journ. X, XI, Edinb. Journ. of Science No. V. Bibl. univers. sc. et arts XXIII, XXX, XXXI. Hauptsächlich Navier Rapport et mémoir les ponts suspendus. 1824. 4. avec atlas. Ferner Dupin Voy. da gr. Bretagne. Force commerciale av. atlas. Cordier ponts et ch sées. 1823. 8. av. atlas. Ign. von Mitis, die Sophienbrück Wien. 1826. 8. Atlas. J. L. Spaeth über d. Tragbarkeit der Un Kettenbrücke in Dingler's polytech. Journ. XXVII. Descriptio the iron bridges of suspension over the strait of Menai at Ba and over the river Conway in North Wales. 1824. 8. Philos. T f. 1827. Ueber Drahtbrücken insbesondere: Dufour Descr. pont suspendu en fil de fer. 1824. 4. u. nach diesem C. F. W. der Bau der Hängebrücken aus Eisendraht. 1824. 8. Séguin P des ponts en fil de fer. Sec. Ed. 1826. 4. Bulletin de la Soc. courag. No. 248. über die Draht-Kettenbrücken von Delessert Cassy u. Larochefoucold zu Liancourt. Zwei schöne Engl. Kup stiche, die Unionbrücke und die Bangorbrücke darstellend. J. G. Die Kettenlinie und ihre Anwendung im Allgemeinen, insbes. Theil auf Ketten-Hängebrücken. 1826. 8. Beitrag zum Bau Kettenbrücken, welche in der Mitte mit einem beweglichen Brück theile zu einer Durchfahrt eingerichtet sind. 1826. 4. In die Schrift wird das miſsliche System der Radien oder schrägen Susp sorien empfohlen.

... oder weich in Verhaltnifs zu irgend einem andern Korper ... wird. Der specifische Charakter der Harte besteht dar... dafs die Theile der Körper dem Eindringen jedes andern ...pers, der Trennung von einander, oder der Verschiebung ... ihrer Stelle einen grofsen Widerstand entgegensetzen, da... selbst in die Theile weicherer Körper einzudringen, sie ...nnen oder zu verschieben vermögen; mit einem Worte: ... Körper ist härter als ein anderer, wenn er diesen ritzt, selbst ... durch diesen nicht ritzbar ist, in welcher Beziehung ins...dere die Mineralogen diese Eigenschaft als Kennzeichen ... Fossilien benutzen.

... Bleiben wir zuvörderst blofs bei den Thatsachen stehen, ... sind einige Körper allezeit härter als andere, so dafs ihnen ... Eigenschaft ohne Widerrede zukommend beigelegt werden ... So ist das Eisen härter als Blei, die kieselerdehaltigen ... sind meistens härter als die kalkerdehaltigen, die unorga...en härter als die organischen. Inzwischen gehen die nam... Körper unter verschiedenen Bedingungen vielfaltig in den ... gröfserer Härte über, und dieses zuweilen in einem ...haft unglaublichen Grade. Bei organischen Substanzen ge...ht dieses meistens durch gröfsere Naherung der Elemente ... Entfernung der sie trennenden Flüssigkeiten; so erhartet ... Pflanzensaft zur harten Holzfaser, das Firnifs, das im hei... Wasser gelösete Stärkemehl, der thierische Leim u. s. w. ... durch Austrocknung in den Zustand bedeutender Harte ... und ein ähnliches Verhalten zeigt sich bei der Bildung ... Knochen, der Nägel, Klauen, Hörner und insbesondere ... Zähne, deren Schmelz einen der härtesten, zuweilen fast ... Angriffe einer Feile widerstehenden und durch Eisen nicht ...en Körper darbietet. Verschiedene unorganische Körper ... härter, wenn ihre Theile einander näher gebracht oder ...ter werden, und ohne Zweifel ist dieses bei allen der ... wozu bei einigen noch die Entfernung der Feuchtigkeit ... bedeutende Vermehrung der Härte herbeiführt. Letzteres ... insbesondere der Fall bei dem weichen Thone, welcher ... Austrocknen und Brennen zu dem oft ausnehmend harten ...llane wird. Mehrere Metalle werden härter durch Häm...n, Walzen u. dgl., z. B. Silber, Messing, Kupfer und Ei... gehen aber durch Glühen und langsames Erkalten wieder ...en Zustand gröfserer Weichheit über. Bei Eisen und Stahl

besteht ein gewöhnliches Mittel des Härtens darin, dafs man dieselben erhitzt und dann schnell abkühlt, wobei indefs das Eisen nur auf der Oberfläche bedeutend härter, im Ganzen aber spröder wird, der Stahl aber durchaus einen der Differenz zwischen der anfänglichen Hitze und der plötzlich erzeugten Abkühlung proportionalen Grad der Härte annimmt. Insgemein geschieht das Härten dadurch, dafs er bis zum Dunkelrothglühen erhitzt und dann schnell in kaltes Wasser getaucht wird; ist aber der Stahl an sich schon von einer harten Sorte (indem es in dieser Hinsicht sehr verschiedene Arten giebt), so wird er zugleich ausnehmend spröde, mithin wegen seiner Zerbrechlichkeit für den technischen Gebrauch minder geeignet, und man mufs die aus ihm verfertigten Werkzeuge daher wieder anlassen, d. h. allmälig bis zu einem geringeren oder gröfseren Grade der Wärme erhitzen, welcher durch die auf seiner Oberfläche erscheinende Farbe bestimmt wird. Der geringste Grad des Anlassens, wobei Härte und Sprödigkeit nur wenig gemildert werden, geht bis zur hell-strohgelben Farbe, ein weiterer dann zur dunkelgelben, zur karmesinrothen, violetten, dunkelblauen und grau-schwarzen, bei welcher fast alle Härtung wieder aufgehoben ist. Diese Farben der Oberfläche sind Folgen einer anfangenden oder weiter fortgesetzten Oxydirung einer verschwindend dünnen Metallschicht[1]. In manchen Fällen giebt man dem Stahle die zum Federn erforderliche Härte, indem man ihn bis nahe zum Glühen erhitzt und dann in Oel taucht oder ihn mit Unschlitt bestreicht (das sogenannte Abbrennen), welches sich anfangs entzündet, im Ganzen aber eine langsamere Abkühlung bewirkt, als das Eintauchen in Wasser, weil Oel und Unschlitt eine geringere Wärmecapacität haben als Wasser, und durch den heifsen Stahl auf eine höhere Temperatur gebracht werden, als dieses beim Wasser möglich ist, welches noch obendrein durch die Dampfbildung eine unglaubliche Wärme plötzlich entzieht und dadurch eine sehr schnelle Abkühlung bewirkt. Hierzu kommt noch, dafs das Fett die Oberfläche des Stahles gegen eine weitere Verbrennung schützt und die Trennung des Kohlenstoffs von derselben verhütet, somit also die Verwandlung des Stahls in Eisen hindert. Auf gleiche

---

1 Vergl. *Eisen* Th. III. S. 161. Fusinieri in Brugnatelli Giorn. Dec. II. II. 145. Davy in Gilb. Ann. LI. 206.

...ise pflegen die Künstler, z. B. die Uhrmacher und Mecha-...er, die Spitzen der feinen Bohrer auf eine solche Weise zu ...ten, dafs sie mit einem Löthrohre die Lichtflamme dagegen ...sen, sie dadurch glühend machen und dann schnell in das ...schlitt des Lichtes oder das Oel der Lampe tauchen. Nach ...r mündlichen Mittheilung des Dr. EIMBKE in Hamburg ...gt der bekannte Mechaniker REPSOLD den Spitzen der Bohrer ... aufserordentliche Härte dadurch zu geben, dafs er sie in ...ksilber ablöscht [1].

Die Härte der Körper wird ferner bedingt durch ihre Ver-...dung mit andern Körpern, wobei jedoch so viele Abwei-...ngen von einer allgemeinen Regel stattfinden, dafs man eine ...che kaum oder überall nicht aufzustellen vermag. Am na-...chsten und einfachsten würde es seyn, wenn die Härte ...ier verbundener Substanzen das arithmetische Mittel derje-... der einzelnen wäre, und so ist es auch ziemlich genau ...n Verbindungen des Goldes mit Silber und Kupfer, des ... mit Blei; allein diesem gänzlich widersprechend ist es, das zähe und mäfsig harte Kupfer mit dem härteren Zink ...nden das sehr weiche Messing und mit dem weichen Zinn ...nigt nach dem Verhältnifs der Mischung, z. B. 5 zu 1 das Glockengut und 2 zu 1 das noch ungleich härtere Spiegel-...l liefert. Das Eisen wird durch einen Zusatz von 0,01 ...nstoff zum harten Stahl und von 0,02 bis 0,04 derselben ...nz zum noch härteren Gufseisen, indem letzteres zwar ... eigentlich gehärtet, aber rasch gekühlt, von den besten ...schen Feilen nicht angegriffen wird. Dieses Verhalten ist ...ens aus der grofsen Härte des reinen Kohlenstoffs in Dia-... leichter erklärbar, als dafs das Eisen durch einen unbedeu-...n Zusatz von Alumium und Silicium, desgleichen von ..., Silber, Platin u. s. w. merklich härter, ja sogar mit

1 Die mancherlei Arten des Verfahrens beim Härten des Stahls ...t man in den Werken über die Bereitung desselben. Zur gleich-...igen Verbreitung der Wärme schlägt Nicholson vor, ihn auf ... erhitzten Bleimasse schwimmend bis zur erforderlichen Tempe-... zu erhitzen. Vergl. Lydiatt. in Nichols. Journ. of Nat. Phil. ... N. 156. G. LI. 203. Encyclop. méth. Art. Acier. T. I. ...6. Praktische Anweisung zum Härten des Stahls von PRECHTL ...t man im Jahrb. des polyt. Instit. I. 194.

Schwefel verbunden im Schwefelkies so hart wird, dafs letzterer zum Feuerschlagen mit Stahl geeignet ist.

Ein mit der Härte der verschiedenen Körper nahe verwandtes Phänomen wurde vor einigen Jahren zufällig entdeckt und irt seitdem vielfältig besprochen. Man setzt nämlich mit Grunde voraus, dafs der härtere Körper den weicheren schneidet, ritzt oder zerstört, wie dieses auch in der Regel der Fall ist. Als Ausnahme von dieser Regel sind einige früher bekannte Thatsachen zu betrachten, dafs nämlich beim Schleifen scheinbar weichere Körper von den härteren allmälig Partikelchen wegreifsen, wie z. B. in den Cylinderuhren die weicheren Zähne des Rades in den stark gehärteten Cylinder einschneiden und das Leder eines Streichriemens Stahlpartikelchen von den Rasirmessern abzureifsen pflegt. Allein dieses geschieht nur dann, wenn von den Schleif- und Polir-Mitteln kleine Theilchen zurückgeblieben sind oder die Staub-Partikelchen dergleichen darbieten, welche wegen gröfserer Zähigkeit und Weichheit sich in die minder harten Körper eindrücken, dort zurückgehalten werden, hierdurch als Schleifmittel dienen, neue Theilchen losreifsen, und durch diese dann vermehrt die härteren Körper angreifen. Hiernach also kann den weicheren Theilen nicht selbst und unmittelbar die Fähigkeit des Einschneidens in härtere beigelegt werden. Dennoch aber ist ein solches allerdings unter geeigneten Bedingungen sehr wohl möglich. Barnes und Perkins nämlich wollten eine schnell um ihre Axe laufende Scheibe von weichem Eisen mit einer Feile etwas kleiner machen, und fanden zur ihrer grofsen Verwunderung, dafs die Scheibe ganz unversehrt blieb, die Feile dagegen angegriffen wurde. Es ergab sich bald, dafs die nächste Ursache hiervon in der schnellen Bewegung der Scheibe zu suchen sey, und als sie diese noch vermehrten, wurde die Feile unter Funkensprühen gänzlich durchschnitten, die Scheibe aber nicht kleiner und blofs an ihrem Rande bedeutend härter [1]. Die Sache machte Aufsehen, und wurde zuerst daraus erklärt, dafs die schnelle Bewegung der Scheibe den Stahl der Feile sehr heifs mache, während sie selbst bei dem steten Wechsel neuer Berührungspuncte kalt bleibe, und auf diese Weise selbst härter als die sehr erhitzte Stelle der Feile diese zu schneiden in den Stand

1 Journal of Science cet. XVI. 155.

gesetzt werde [1]. Seitdem ist die Erscheinung selbst so oft wiederholt beobachtet, daſs es ganz überflüssig seyn würde, die übereinstimmenden Resultate der zahlreichen Beobachtungen insgesammt namhaft zu machen. Unter die genaueren gehören die durch Darier und Colladon angestellten. Sie nahmen harte Grabstichel uud eine Scheibe von ganz weichem Eisen. So lange dann der Rand der Scheibe am Grabstichel mit einer geringeren Geschwindigkeit als 34,5 Fuſs in einer Secunde bewegt wurde, griff der Grabstichel das Eisen an, hörte aber auf, das Eisen zu schneiden, sobald die Bewegung über diese Grenze hinaus schneller wurde; erreichte sie 70 F. in einer Secunde, so schnitt die Scheibe in den Grabstichel ein, und zwar mit einer von hier an der zunehmenden Geschwindigkeit proportionalen Wirkung. Daſs die Erweichung des harten Stahls durch die Hitze der Reibung die Ursache hiervon nicht seyn könne, ging daraus klar hervor, daſs bei gehöriger Geschwindigkeit der Scheibe die Wirkung im ersten Momente der Berührung eintrat, und bei absichtlich weich gemachten Grabsticheln geringer war. Aus den am Rande der Scheibe sich ansetzenden Stahlpartikeln ist die Erscheinung gleichfalls nicht erklärlich, denn diese findet man erst später und ihre Menge ist sehr unbedeutend. In Gemäſsheit der gesammten Versuche sind diese Experimentatoren daher geneigt anzunehmen, daſs der Stahl durch das schnellbewegte Eisen zerschlagen und fortgerissen wird, ehe er Zeit hat, in dasselbe einzudringen. Mit einer Geschwindigkeit von 130 bis 200 F. in einer Secunde lieſs sich auch Quarz, Achat u. s. w. etwas schneiden. Eine Uhrfeder mit der scharfen Kante der Scheibe genähert wird augenblicklich eingeschnitten, mit der flachen Seite die Scheibe berührend wird sie glühend. Eine Scheibe aus einer Mischung von Zinn und Kupfer brachte bloſs ein Zittern in den genäherten Körpern hervor, ein Rad von Kupfer wurde auch bei einer Geschwindigkeit von mehr als 200 F. Geschwindigkeit stets von den Grabsticheln angegriffen, schnitt dagegen andere Körper, welche härter als Kupfer und weicher als Stahl waren. Als eine Merkwürdigkeit wurde noch beobachtet, daſs die Kupferscheibe mit Stahl keine Wärme gab [2].

---

1 So erklärten die Herausgeber der Ann. de Chim. et de Phys. XXIV. 235.

2 Bibl. univ. XXV. 281.

Es scheint mir im mindesten nicht zweifelhaft, dafs die hier gegebene Erklärung die richtige des Phänomens sey. Um sie deutlicher vorzustellen, wollen wir uns die schnell bewegte Scheibe denken, von welcher ein Theilchen des Randes durch ein Theilchen des Grabstichels getroffen wird. Letzteres würde in diesem Falle das erstere abreifsen oder zur Seite schieben; allein ehe dieses geschieht, tritt schon ein anderes an dessen Stelle, und wenn daher die Kraft des Stahltheilchens geringer ist als diejenige, welche die Summe der mit ihm in Berührung kommenden Theilchen des Eisens in der zum Abreifsen erforderlichen Zeit gegen dasselbe ausübt, so mufs es nothwendig selbst fortgerissen oder von der übrigen Masse getrennt werden. Das Phänomen hat also einige Aehnlichkeit damit, dafs das Quecksilber, so leicht es auch sonst jedem Eindrucke eines festen Körpers nachgiebt, mit so aufserordentlicher Gewalt gegen das verschlossene Ende einer luftleeren Röhre schlägt, und diese wenn auch vom dicksten Glase, so leicht zerschellt, mit den Erscheinungen des Wasserhammers und dem bekannten Versuche, dafs man ein Unschlittlicht durch ein tannenes Brett zu schiefsen vermag. Das vorher angenommene Eisentheilchen im Rande der Scheibe bewegt sich nämlich mit einem gewissen Momente der Kraft gegen das Stahltheilchen; welches eine Function seiner Masse und Geschwindigkeit ist, und wenn daher dieses Kraftmoment in Verbindung mit der Cohäsion, mit welcher es mit der Masse des Eisens zusammenhängt, gröfser ist als die Cohäsion des unbewegten Stahltheilchens, so mufs letzteres abgerissen werden. Eine unmittelbare Folgerung aus diesen Versuchen ist übrigens, dafs harte Körper sich am besten durch noch härtere schneiden, reifsen, stechen und überhaupt bearbeiten lassen, je langsamer sie bewegt werden; dafs dagegen die schneidenden, reifsenden und überhaupt zerstörenden Körper um so stärker angreifen und so viel wirksamer seyn müssen, je schneller sie bewegt werden. Letzteres ist in der Praxis beim Bohren, Feilen, insbesondere dem Schleifen u. s. w. wichtig, ersteres beim Abdrehen eiserner, gufseiserner und hauptsächlich stählerner Sachen sehr zu berücksichtigen. Geübte Künstler wufsten dieses unlängst aus eigener Erfahrung, sind aber durch diese interessante Beobachtung aufmerksamer darauf geworden, und wenden die Regel häufiger an, ohne sie, wie früher, gegenwärtig noch unbeachtet zu lassen. So hat namentlich Pr[illegible]

schon das härteste Gufseisen mit stählernen Werkzeugen
...cht, indem er ihm eine sehr langsame Bewegung von et-
... F. in einer Secunde gab [1], und auch diese Geschwindig-
...liefse sich unter Umständen noch wohl vermindern.

Die Aufstellung einer Tabelle, um die verschiedenen Kör-
...ach dem Grade ihrer Härte in eine Reihenfolge zu ordnen,
...t mir für ihren Zweck zu viel Raum zu erfordern, da die-
...m ein anderer als ein technischer seyn könnte; in der
...logie, worin diese Eigenschaft als Kennzeichen der Kör-
...t, findet man dieselbe ohnehin überall angezeigt. Unent-
...ch ist dagegen, die Sache aus dem physikalischen Gesichts-
...te betrachtet, eine Untersuchung über die eigentliche Ur-
... dieser bei den verschiedenen Körpern so ungleichen Be-
...ffenheit, obgleich sich schon der Analogie nach voraussehen
..., dafs ein Versuch dieser Art schwerlich zu einem befriedi-
...en Resultate führen wird. Die Begriffe der Alten hierüber
... ihrer übrigen Naturkenntnifs ganz angemessen. Nach
...OTELES war die Härte eine secundäre Qualität, weil sie
...lge der Trockenheit einer primären Qualität erschien,
...Epikur und seinen Anhängern folgte sie aus der Härte der
...e, nach Cartesius aus der Ruhe der Theile, und stand in
... der Flüssigkeit entgegen, welche er mit mehrern andern
...r Bewegung derselben ableitete. Newton hat mehrmals
...tz ausgesprochen, dass er die Atome der Körper für ab-
...rt halte, und diese Eigenschaft liegt auch so nothwen-
... Wesen der Atome, wie man sich dieselben vorstellen
..., dafs jener grofse Denker weniger consequent hätte schlie-
...müssen, als man dieses an ihm gewohnt ist, wenn er anders
...urtheilen wollen [2]; allein aus der Härte der Atome kann
...nd mit irgend einem Grunde die Härte der Körper ableiten,
... alle Atome, auch die der weichen und flüssigen Körper,
...atur nach hart seyn müssen. Dagegen führt Newton die
...auf die Stärke der Cohäsion zurück, insofern diejenigen
...r die härtesten seyn sollen, deren Atome sich mit den
...en Flächen berühren, und eben deswegen bei gleicher

1 Gill's Technic. Reposit. 1825. Oct. p. 247.

2 Joh. Bernoulli spricht aus metaphysichen Gründen den Atomen ...ärte ab, S. Opp. III, Nro. 135. ch. 1., als ob ein Atom im stren... ...inne des Wortes ohne absolute Härte denkbar seyn könnte.

Stärke der Cohäsion minder leicht trennbar sind. Inzwischen ist die Sache zu schwierig, als dafs diese Erklärung genügen sollte, und sie läfst sich den vorhandenen Thatsachen nach überhaupt nicht auf ein solches allgemeines Princip zurückführen. Zu einer allgemeinen Erklärung reicht die Annahme späterer Naturphilosophen von einer gröfseren oder geringern Menge des in den Körpern vorhandenen und gebundenen Elementarfeuers gleichfalls nicht hin, wenn man hierunter die bekannte Wärme, nicht etwa ein gewisses unbekanntes Princip verstehen will, und eben so wenig der Conflict der einander entgegen wirkenden Dehnkraft und Ziehkraft, wie sich aus den folgenden Betrachtungen von selbst ergeben wird.

Zuvörderst sind Härte und Cohäsion keineswegs identisch, wie nach der zuletzt angegebenen Theorie folgen würde. Der Diamant ist der härteste unter allen Körpern, und dennoch lassen sich, ohne dafs hierüber directe Versuche vorliegen, seine Blätter muthmafslich leichter trennen, als die Theile des Stahls, welcher von ihm geritzt wird; Gufseisen ist härter als Schmiedeeisen bei geringerer Cohäsion, ein gleiches Verhältnifs findet statt bei Zink und Kupfer, ja der härteste Stahl zeigt geringere Cohäsion, als der angelassene u. dgl. m. Die Härte ist ferner dem specifischen Gewichte, also der gröfsern Nähe der Atome keineswegs proportional, wie schon aus der Vergleichung von Quecksilber und Blei mit Eisen und Kupfer genügend hervorgeht, ja sogar ein Stahlstab wird nach Fortin[1] länger, wenn man ihn härtet, und also specifisch leichter; aber eben so wenig findet ein umgekehrtes Verhältnifs statt, denn Zinn z. B. ist leichter als Kupfer und auch weicher, wie auf gleiche Weise das Kalium u. s. w. Eben so wenig ist Härte der specifischen Wärmecapacität direct proportional, wie schon aus der Vergleichung von Wasser und allen Metallen, noch ist sie derselben umgekehrt proportional, wie aus der des Eisens und Bleies folgt. Endlich findet ein solches constantes Verhältnifs auch rücksichtlich der Schmelzbarkeit nicht statt, denn Blei und Platin sind beide weicher als Eisen, und davon ist das erste weit leichter, das zweite schwerer schmelzbar als das letzte. Wollte man sich die Mühe geben, auf gleiche Weise das elektrische Ver-

---

1 S. G. G. Schmidt Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Giefs. 1826. S. 34.

halten der verschiedenen Körper, ihren Glanz, ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff u. s. w. zu betrachten, so würde man nur noch um so gewisser zu der Ueberzeugung gelangen, daſs die Härte mit keiner dieser übrigen Qualitäten in einem nothwendigen Zusammenhange steht; und daher auch daraus nicht erklärt werden kann. In einigen Fällen ist die gröſsere Härte allerdings eine Folge der einen oder der andern zu den Körpern hinzukommenden Substanz, allein, daſs sie allgemein durch irgend einen bestimmten Stoff erzeugt werden sollte, wie etwa nach früherer Vorstellung durch das Phlogiston, daran wird jetzt niemand ernstlich denken, und auſserdem werden auch die nämlichen Körper ohne das Hinzukommen eines solchen unbekannten Etwas bald mehr bald minder hart, z. B. durch Hämmern oder Ablöschen, im letzteren Falle auch dann, wenn sie mit einem Cement dicht umgeben und gegen den Zutritt eines Körpers von Auſsen gesichert sind.

Im Allgemeinen läſst sich daher nur so viel bestimmt angeben. Gröſsere Härte ist wohl in allen Fällen mit gröſserer Sprödigkeit verbunden, ohne daſs eine Raumverminderung diese begleitet, und daher von dieser Seite betrachtet, eine gröſsere Annäherung der Theile anzunehmen ist. Von der andern Seite aber hebt die vermehrte Wärme die Härte in der Regel auf, und macht die meisten Körper mit Vermehrung ihres Volumens nicht bloſs weich, sondern selbst flüssig, so daſs also eine gewisse Nähe der Theile nothwendige Bedingung der Härte wie der Cohäsion seyn muſs, wobei noch zu berücksichtigen ist, daſs viele Körper durch Hämmern, Pressen und Zusammendrükken härter werden. Nimmt man hinzu, daſs einige Körper, namentlich Glas, Eisen, Stahl, u. s. w. durch plötzliches Abkühlen bedeutend härter und spröder werden, dann aber zugleich eine eigenthümliche Anordnung ihrer Theile zeigen, welches beides durch abermaliges Erhitzen und allmäliges Erkalten wieder aufgehoben wird, so müssen wir nach überwiegenden Wahrscheinlichkeitsgründen annehmen, daſs die Härte ihrem Wesen nach mit der Cohäsion zusammenfällt, und sich also auf eine innigere Berührung der Elemente zurückführen läſst, zugleich aber durch die gleichzeitig entstehende Sprödigkeit limitirt wird, vermöge welcher die in einer gewissen Lage vereinigten Theile keine Verrückung zulassen, ohne getrennt zu werden. Es lassen sich sonach auch diese Erscheinungen füglich mit der Cor-

pusculartheorie vereinigen, und kann hiergegen kein Einwur daraus hergenommen werden, daſs einige Metalle, namentlicl das zur Verfertigung des *Gong-Gong* dienende[1], wie überhaup das Kupfer und die Mischungen desselben, durch plötzliche Abkühlen nicht härter werden, sondern vielmehr weicher al durch langsames Erkalten; denn es darf nicht vorausgesetzt werden, daſs die erhitzten Körper in diesem Zustande gröſsere Ausdehnung gerade eine solche Lage ihrer Theile annehmen aus welcher durch plötzliches Festwerden eine überwiegend Stärke des Zusammmenhanges hervorgehen müſste, vielmeh kann unter Umständen gerade das Gegentheil statt finden. Diese immerhin noch mangelhafte Erklärung muſs also bis dahin genügen, daſs es uns vielleicht gelingt, tiefer in die Kenntniſs des eigentlichen Wesens der Materie einzudringen.

M.

Hagel.

Steine, Kiese, Schloſsen; *Grando; Grêle, glaçons; Hail, Hailstones;* nennt man die Eiskörper, welche sehr häufig statt des Regens ungleich an Gröſse und Menge vom Himmel herabfallen, wobei man dann zu sagen pflegt: es *hagelt, schloſset, kieset* und auch wohl es *steinet.* Das ganze oft sehr groſsartige, mitunter unglaublich verheerende, allezeit mit Furcht erfüllende Phänomen des Hagelns muſs zwar aus dem Standpuncte des Physikers betrachtet, sehr interessant seyn, bietet aber zugleich der Schwierigkeiten noch viele dar, und ist bis jetzt keineswegs vollständig erklärt. Zur deutlichen Uebersicht werde ich daher zuerst das Geschichtliche zusammenstellen und dann die Erklärung nachfolgen lassen.

A. Beschaffenheit des Hagels.

1. Eine kenntlich verschiedene Species des Hagels bildet die sogenannten Graupeln (*grando minutissima;* grésil), der Regel nach vollkommen runde, nur selten durch einzelne Hervorragungen von der runden Gestalt abweichende Körner von

1 S. Art. *Gong-Gong.*

Größe eines Hirsekornes (0,3 Lin. Durchmesser) bis zu der starken Erbse (2 bis 2,5 Lin. Durchmesser). Sie sind al-
it undurchsichtig, mehr oder minder der Weiſse des Schnees nähernd, und in den kleinsten Körnern sie erreichend; größten dagegen nähern sich der Beschaffenheit des Hagels, n sie einen dünnen Ueberzug von Eis annehmen. Sie nen im Ganzen aus einer Menge kleiner, Eisnadeln oder inen Schneetheilchen zusammengefügt zu seyn, und zei-
ich daher ungleich hart, indem einige Körner leicht zer-
h sind, andere dagegen die Härte des Eises fast erreichen. leinsten Körper sind am genauesten kugelförmig, die größern hen am meisten von dieser Gestalt ab.

2. Der eigentliche Hagel besteht aus verschieden gestalte-
meistens rundlichen oder noch mehr paraboloidischen [1] Kör-
von der Gröſse einer kleinen Erbse bis einer welschen Nuſs, he in der Mitte einen den Graupeln ähnlichen Kern von 0,5 oder gar 2 Lin. Durchmesser haben [2], nach Auſsen aber ichtiges in der Regel wenig blasiges, häufig opakes, fast scheinendes Eis als zusammenhängende Masse, nur selten centrische Kringe. Vollkommen rund werden die Ha-
ner selten gefunden, sondern sie haben meistens hier und rvorragungen, Eindrücke, zuweilen Blasen u. s. w. [3], olgt dieses schon daraus, weil man sie im Fallen nicht auffangen kann, auf dem Boden oder in der Hand aber eine partielle Schmelzung derselben eintritt. VOLTA [4] die Hagelkörner seyen niemals rund, sondern zuweilen engedrückt sphäroidisch, zuweilen an einer Seite con-
d halbkugelartig, zuweilen linsenförmig und mit Facetten, mit Erhabenheiten als Folgen der Vereinigung mehrerer, am häufigsten mit Zusammendrückungen und Vertie-
durch das Aneinanderstoſsen, durch partielle Schmel-
oder Vereinigung mit Regentropfen während ihres Fal-
h selbst habe auſser mehrern kleinern drei groſse und r eins der furchtbarsten Hagelwetter erlebt, die in den n der Meteorologie varkommen, habe dann gleich unter-

1 S. Encyclop. Method. Part. Phys. III, 403.
2 SAUSSURE Voy. §. 2075.
3 MUSSCHENBROEK Int. II. 117. §. 2394.
4 Journ. de Phys. LXIX. 286. 333.

sucht, und gefunden, dafs in allen unversehrten Körnern der weifse Kern vorhanden war, indem ich diejenigen, worin dieser sich als Seltenheit nicht fand für zerschlagene und durch Schmelzung abgerundete Eisstücke zu halten geneigt bin. Die gewöhnlichste Form scheint mir die kugelrunde, denn diese hatten alle die anfänglich fallenden kleineren, und die von mir gleich im Fallen genau beobachteten, z. B. diejenigen, welche durch die zerschlagenen Scheiben der Fenster in die Zimmer flogen; indefs giebt es der Ursachen so viele, welche eine Abweichung von dieser Gestalt erzeugen können, z. B. das Schlagen gegen einander und gegen harte Körper, partielles Wegschmelzen u. s. w. dafs bei weitem die Mehrzahl nicht völlig kugelrund ist. Eben so scheint mir der gröfste Durchmesser eines reinen Hagelkorns in mittleren Breiten nicht über 1,5 bis höchstens 1,75 Par. Zoll zu gehen, obgleich es bei weitem gröfsere giebt, welche aber zwei, drei und mehrere Kerne haben, und also als zusammengesetzte anzusehen sind, bei denen eben diese Zusammensetzung meistens auch die äufsere Gestalt bedingt. Musschenbroek, Volta u. a. sind gleichfalls der Meinung, dafs die gröfsern Hagelkörner durch Vereinigung gebildet werden, und Delcros[1] hält die runde Gestalt und die Anwesenheit eines weifslichen Kernes nach einer Menge von Beobachtungen für dasjenige, was die Erfahrung in den meisten Fällen als Regel darbietet. Unter die sehr seltenen Ausnahmen gehört das Fallen kleiner runder Körner durchsichtigen Eises, welche ohne Zweifel aus gefrornen Regentropfen entstanden sind[2].

3. Beispiele von gröfserem und ungewöhnlich grofsen Hagelkörnern gehören nicht eben unter die Seltenheiten, wenn gleich nur einige wenige Fälle das ganz ungewöhnliche nachweisen. Schon Musschenbroek[3] zählt eine Menge Beispiele dieser Art auf und erwähnt zugleich, dafs die älteren Physiker geglaubt hätten, die Hagelwolken beständen aus massivem Eise welches zerbräche und daher in so grofser Menge herabstürzte. Nach Dechales soll 1470 zu Rom Hagel von der Gröfse eines Casuar-Eies gefallen seyn. Auf der Flandrischen Insel Ryfsel fiel 1686 im Mai Hagel, dessen meiste Körner die Gröfse eines

1 Bibl. univ. XIII. 154.

2 Arago in Annuaire présenté au Roi. Pour l'an 1828.

3 Introd. II. 1017. §. 1495.

...neies hatten, allein es wurden auch einige von 0,5 und von 1 ℔ schwer gefunden[1]. Nach Halley fiel am 29. April ...7 zu Flintshire Hagel von 5 Unzen Gewicht, und Rob. ...lor beobachtete am 4. May desselben Jahres in Hartford ... Hagelkörner, deren Umfang 14 engl. Zoll betrug[2]. Sehr ...nt durch die Beschreibung von Parent[3] ist das grofse Ha... ...ttet geworden, welches 1702 am 15. Mai die Gegend um ... verwüstete. Die kleinsten Körner waren zwei Daumen ... die mittleren wie Hühnereier, die gröfsten wie eine ge... Faust, und wogen ½ ℔., welche letztere Angabe indefs ...lich als ganz genau betrachtet werden kann, insofern die ...te Gröfse das angegebene Gewicht nicht erreicht. Im Jahre ...ollen bei Monte-Rotondo Hagelkörner über 1 ℔ schwer ... seyn[4], Musschenbroek[5] beobachtete selbst zu Utrecht ... ein starkes Hagelwetter, wobei die meisten Körner die ... eines Taubeneies hatten, einige aber, aus mehreren ...ngesetzt, die Gröfse eines Hühnereies erreichten. Am ...1753 sammelte Montignot zu Toul polyedrische Hagel-... von drei Zoll Durchmesser[6]. Unter dem Hagel, welcher ...n Comersee fiel, befanden sich Stücke von 9 Unzen an ... Lampadius[7] fand bei dem schrecklichen Hagelwetter ...ungen im J. 1792 noch nach 14 Tagen in den Kellern ...ngeflossene Haufen Hagel, und darunter Stücke von ... schwer, Nöggerath[8] aber 1822 am 7. Mai, als ein ...es Gewitter die Gegend um Bonn verwüstete, Hagel... von 2; 3; 4; bis 12 Loth an Gewicht. In demselben ...aren viele verheerende Hagelwetter, namentlich am ... in Trient, wobei nach öffentlichen Blättern Hagelkörner ...r Gröfse eines italienischen Brodes 8 bis 16 Unzen

...hil. Trans. N. 203. p. 858.
...rago in Annuaire pour 1829.
...ist. de l'Ac. 1703. p. 19.
Allgem. Zeit. 1817. Juli.
A. a. O.
Arago a. a. O.
Hannöv. Magaz. 1792. St. 93.
Schweigg. J. N. F. VIII, 84. Abbildung des Hagels und Be...ung des Hagelwetters von demselben findet man in Hesperus ... 1823. N. 167 und 168, entlehnt aus Nova acta Acad. Car. ...at. cur. T. II. S. 560.

man anderwärts namentlich bei RICHARD[1] findet. Wenn ferner ADANSON angiebt, daſs er bei dem Hagelwetter zu Paris am 7. Juli 1769 Hagelkörner von der Form eines Meniscus gefunden habe[2], so läſst sich füglich annehmen, daſs dieses Bruchstücke zerschlagener Hagelkörner waren, welche sich nach Art concentrischer Kugelschichten abgelöset hatten. Endlich erzählt auch PERON[3] merkwürdige Sachen von der Beschaffenheit des Hagels auf Neuholland. Er selbst erlebte dort ein furchtbares Hagelwetter, welches aber nicht sowohl durch die Gröſse der Eismassen, als vielmehr durch ihre Menge und Form sich auszeichnete. Statt rundlicher Hagelkörner fielen nämlich prismatische Eisstücke, wovon die gröſsten eine Unze wogen, und bei 29 Lin. Länge 17 Lin. Breite und 8 Lin. Dicke hatten. Für die Engländer, setzt PERON hinzu, war diese Erscheinung nicht auffallend, denn sie hatten sie schon oft beobachtet, am ausgezeichnetsten aber im December 1795, indem gleichfalls statt gewöhnlichen Hagels Eisstücke herabfielen, wovon die gröſsten 6 bis 8 Z. lang und wenigstens zwei Finger dick waren. Die abentheuerlichste Erzählung, falls wir annehmen wollen, daſs das Factum wirklich so erfolgt sey, wie es erzählt wird, hat GILBERT aus nicht genannten öffentlichen Nachrichten entlehnt[4], und es ist seitdem schon manche physikalische Hypothese dadurch unterstützt oder darauf gebauet. Es heiſst nämlich: Am 28. Mai 1802 fiel in Ungarn bei dem Dorfe Putzemischel während eines Gewitters und Hagelwetters ein viereckiger Eisklumpen aus der Luft, 3 F. lang, 3 F. breit und 2 F. dick. Acht Männer vermochten nicht ihn aufzuheben; man schätzte ihn auf 11 Centner, und nach drei Tagen fand man noch Ueberbleibsel davon. Nicht weit davon

---

1 Hist. nat. de l'air et des météores. A Paris 1770. VII Vol. kl. 8. deutsch. Frankf. 1773. 8. BOUQUET hat in seiner Collection des historiens de France aus EGINHARD, HERMANNUS CONTR. und der Chronik von Rheims die Nachricht von dem groſsen Hagelklumpen aufgenommen, welcher 823 den 24. Juni gefallen seyn soll, nämlich 15 F. lang, 11 F. breit und 6 Fuſs dick. Auch bei dem starken Hagelwetter in Frankreich im Jahre 1593 sollen Hagelkörner von 10 und 12 Pfund an Gewicht gefallen seyn. Solchen Angaben fehlt die genaue Kritik. Vergl. Wiener Conversat. Blatt 1821 N. 59. S. 704. daraus G. LXXII. 435.

2 Arago in Annuaire pour l'an 1829.

3 Reisen d. Ueb. I. 347.

4 Ann. XVI. 75.

lag noch ein zweiter Hagelklumpen von der Gröfse eines guten Reise-Koffers [1]. Es wird indefs nicht leicht jemand darüber in Zweifel seyn, dafs alle jene monströs grofsen Hagelklumpen aus mehreren zusammengefrorenen bestehen, wofür auch die Erfahrung entscheidet, dafs man in den gröfseren zwei oder mehrere weifsliche Kerne findet, und wenn kein glaubwürdiger Zeuge bestimmt versichert, dafs er den zuletzt genannten ungeheuern Klumpen wirklich herabfallen gesehen habe, wie an sich überhaupt kaum glaublich ist, so mufs man als das bei weitem Wahrscheinlichere annehmen, dafs derselbe erst auf der Erde durch Zusammenfrieren einer grofsen Menge einzelner Körner gebildet sey. Vergleicht man übrigens diese Erzählung mit einer andern, welche historisch sehr gut begründet ist, so verliert sie viel von ihrer auffallenden Unglaublichkeit. Leopold v. Buch entnahm nämlich aus guter Quelle [2], dafs während der heifsen Jahreszeit im April und Mai in Mysore häufig grofser Hagel fällt. In der letzten Zeit der Regierung Tippoo Saheb's aber fiel nahe bei Seringapatam eine Hagelmasse von der Gröfse eines Elephanten, wovon die zur Untersuchung hingesandten Officiere des Sultans berichteten, dafs sie bei der Berührung die Empfindung des Brennens erzeuge, eine sehr natürliche Aeufserung solcher Menschen, welche an die Empfindung der Kälte nicht gewöhnt sind. Die Eismasse lag zwei Tage, ehe sie geschmolzen wurde.

5. Alle Hagelkörner, welche ich in grofser Menge bei mehreren Gelegenheiten zerschlagen habe, grofse sowohl als auch kleine, verhielten sich genau wie gewöhnliches Eis, und anders kann es auch wohl der Natur der Sache nach nicht seyn. Delcros [3] dagegen will gefunden haben, die Gestalt der Hagelkörner sey ein Kugelsector nach einem gleichseitigen sphärischen Dreieck ausgeschnitten. In Gemäfsheit dieser Thatsache glaubt er, der Hagel bilde sehr grofse Kugeln mit einem weifslichen Kern im Centro, umgeben von einer undurchsichtigen

---

1 Gilbert forderte die Naturforscher in Ungarn auf, über dieses Phänomen nähere Erkundigung einzuziehen, indefs wäre es vorläufig nothwendig gewesen, die benutzte Quelle zuvor anzugeben, eine bei seltenen Erscheinungen nothwendige Bedingung.

2 Heyne's Tracts historical and statistical on India p. 20. mitgetheilt bei G. LXXVI. 342.

3 Biblioth. univ. XIII. 154. Daraus G. LXVIII 323.

Kugel, welche nach Aufsen von einer in Zacken auslaufenden Hülle mit ausgefüllten Zwischenräumen umgeben sey. Diese furchtbaren Kugeln sollen dann durch eine Explosion zerplatzen, so dafs nur ihre Bruchstücke als die genannten sphärischen Pyramiden auf die Erde fielen. Indefs sah er die nicht zerplatzten Kugeln bei einem Hagelwetter zu la Braconnière im Dep. Mayenne, welche die zähen Dachschiefer zerschlugen und schreckliche Verheerungen anrichteten. -- Da das Eis leicht in dreikantigen Pyramiden gebildet wird [1], so hat es nichts Widersprechendes, auch die Bildung solcher Pyramiden im Hagel anzunehmen; an eine Explosion aber, welche eine Zerstückelung dieser Kugeln und das Herabfallen der genannten Bruchstücke zur Folge hätte, ist nach meiner Ansicht der Sache auf keine Weise zu denken. Uebrigens versichert auch R. Lindsay [2] am 27. Juni 1823 solche Hagelkörner gesehen zu haben, welche eine undurchsichtige vierseitige oder dreiseitige Pyramide mit einer gewölbten Basis bildeten, und wobei letztere durchsichtig war. Keine Linie daran war länger als 0,5 Z., und auch er ist der Meinung, dafs sie durch Zerplatzen gröfserer Kugeln entstanden seyen.

6. Als eine seltene Ausnahme von der Regel ist es anzusehen, wenn in einzelnen Fällen die Hagelkörner heterogene Substanzen einschliefsen, indefs sind einige Beispiele dieser Art so verificirt, dafs die Thatsachen an sich keinem Zweifel unterliegen. Scheuchzer [3], Fromondus [4] und Maternus von Cilano [5] erwähnen ältere Beobachtungen, wonach man im Kerne der Hagelkörner kleine Stückchen Spreu und andere leichte Körper gefunden hat. Man wollte dieses als einen Beweis gegen die Hypothese ansehen, dafs der Hagel in sehr hohen Regionen der Luft gebildet werde, allein mir scheint die Höhe, bis zu welcher leichte Körper durch die den Hagelwettern so oft vorausgehenden Wirbelwinde gehoben werden, ganz unbestimmbar, und ich wundere mich vielmehr, dafs es aus neueren Zeiten keine bekannter gewordenen ähnliche Beobachtungen giebt.

1 S. *Eis.* Th. III. S. 111.
2 Edinb. Phil. Journ. N. XXII. 327.
3 Breslauische Sammlungen. IX. 90.
4 Meteorologicorum L. V. cap. 8. p. 342.
5 Hamb. Mag. XVII. 1.

Oefter sind dagegen unorganische Substanzen im Kerne der Hagelkörner gefunden. Bei dem erwähnten grofsen Hagelwetter in Flandern z. B. enthielten einige Hagelstücke eine dunkelbraune Substanz[1]. Im Jahre 1755 beim Toben des Katlegiaa fiel Hagel, wovon jedes Korn einen Theil Sand oder vulcanische Asche einschlofs[2], und im Jahre 1721 fiel in Irland Hagel mit einem eingeschlossenen metallischen Korne[3]. In diesen und ähnlichen Fällen scheint die Substanz ohne Zweifel vulcanischen Ursprungs gewesen zu seyn, da ohnehin die Ausbrüche der Vulcane auf Island sehr häufig von Hagel begleitet zu seyn pflegen. Räthselhafter sind die Oktaëder von etwa 3 Lin. Seite und fast 1 Lin. Höhe, welche nach Eversmann in den am 15. Aug. 1824 zu Sterlitamansk im Orenburgschen Departement gefallenen Hagelkörnern eingeschlossen waren[4], den goldhaltigen Schwefelkieswürfeln von Beresowsky glichen, und für Meteorsteine gehalten wurden. Weniger gewifs, und daher auch minder leicht erklärbar, ist die Nachricht, welche Quatremère[5] aus Macrizi mittheilt, wonach im Jahre 723 der Hedschra, oder nach Gilbert am 9. Jan. 1323 in der Provinz Mortahia und Dakhaliah Hagel von etwa 1 Pf. schwer und zugleich Steine von 7 bis 30 Pf. gefallen seyn, und viele Ortschaften zerstört, auch eine Menge Rindvieh und Schafe erschlagen haben sollen.

B. Bildung und Herabfallen des Hagels.

7. Die kleinern Arten der Hagels die sogenannten *Graupeln*, gehören hauptsächlich dem Frühlinge an. Sobald nämlich nach dem Wegschmelzen des Winterschnees, dieses geschehe früh oder spät, und der Wiederkehr einer mildern Frühlingstemperatur die Wärme steigt, und die Feuchtigkeit nebst der

---

1 Phil. Trans. Nro. 203. p. 858.

2 Reise nach Island auf Befehl Sr. Dän. Majestät. A. d. Fr. von Gauthier de la Peyronie IV. 266.

3 Bibl. univ. 1821. Spt. G. LXXII. 436. Wollaston wollte kein Eisen in der Substanz finden, Pictet erkannte sie deutlich für Schwefelkies, Gilbert bezweifelt die ganze Sache, jedoch gewifs mit Unrecht.

4 G. LXXVI. 340.

5 Ebend. L. 299.

Elektricität der Atmosphäre zunimmt, erfolgen entweder wirkliche Gewitter oder oftmals wiederkehrende Regenschauer, welche mit Ausnahme der fehlenden Blitze sich ganz wie Gewitter verhalten. In Deutschland fällt ihre Periode gewöhnlich in den Monat April, sie kehren zuweilen jeden Tag wieder, und können mit kurzen Unterbrechungen eine und mehrere Wochen anhalten, so dafs hiernach bei häufigem Wechsel von kurz dauernden Regenschauern mit Kälte verbunden und mildem Sonnenscheine der eigenthümliche Name des Aprilwetters zur Bezeichnung des Ganzen üblich geworden ist. Diese Witterungsdisposition fällt indefs zuweilen auch in den Mai, und kann sich ausnahmsweise im nördlichen Deutschlande bis in den Juni erstrecken, ist aber jedesmal daran kenntlich, dafs bei ziemlich milder Temperatur bei jedem wiederkehrenden Gewitterschauer, selbst auch wenn die Wolken, ohne den allezeit nur partiellen und zuweilen auf kurze Strecken beschränkten Regen, mit Verdunkelung der Sonne vorübergehen, eine fühlbare und meistens unangenehme Kälte eintritt. Bei dieser Witterungsdisposition ist das Graupeln sehr häufig, und zwar so, dafs entweder einzelne Körner zugleich mit dem Regen herabfallen, oder der atmosphärische Niederschlag beginnt mit einzelnen Regentropfen, dann folgen Graupeln in gröfserer oder geringerer Menge, und zuletzt wieder Regen. Ferner kann eine ähnliche Disposition der Witterung im Juni und, jedoch höchst selten, selbst im Juli statt finden, wenn an einer Gegend oder in deren Nähe ein starkes Gewitter, hauptsächlich von Hagel begleitet, vorangegangen ist, nie aber, wie ich glaube, im August oder September, und die Dauer der Wiederkehr solcher Schauer ist allezeit nur kurz. Endlich sind Graupeln in gröfserer oder geringerer Menge dem Schnee beigemischt, am meisten im Anfange und am Schlusse der eigentlichen Winterzeit, namentlich gegen das Ende desselben im Februar oder März, je nachdem die Breite der Oerter niedriger oder höher ist. Die auffallendsten Schauer dieser Art beginnen dann mit starker Dunkelheit, einem plötzlichen einzigen, meistens heftigen Donner, vielen Graupeln und endigen mit Schnee, welcher bei nachfolgender Kälte oft längere Zeit liegen bleibt.

8. Graupeln sind häufig auf hohen Bergen, wo nur selten oder niemals Hagel fällt, so dafs letzterer namentlich in den

Tropengegenden, nach v. Humboldt[1] bis zu einer Höhe von 1800 F. seltener seyn soll, als Meteorolithen in Europa. Daſs auf den höheren Alpengebirgen Graupeln häufig fallen, Hagel aber selten, haben schon Scheuchzer, Beccaria und Fromondus beobachtet[2]. Saussüre aber fand aus einer langen Reihe von Beobachtungen, daſs dort 11 maliges Graupeln auf einmaliges Hageln gehört, auch findet man zwischen dem Schnee auf dem Col du Géant und selbst dem Montblanc häufige Graupelkörner[3]. Auf gleiche Weise scheint auch v. Humboldt[4] Fälle von Graupeln in höhern Gegenden der Tropenländer nicht auszuschlieſsen, wie schon daraus wohl nothwendig folgt, daſs dort Schnee in so groſser Menge fällt.

9. Wenn schon das Graupeln unter die allgemeine Classe der Gewittersohauer gehört, so ist dieses noch ungleich mehr der Fall beim eigentlichen Hagel, und es können daher alle diejenigen Erscheinungen hier übergangen werden, welche das Gewitter betreffen[5], insofern die Hagelwetter ganz eigentliche Gewitter, jedoch in der Regel von der furchtbarsten Art sind. Diejenigen Gewitter, welche Hagel bringen, gehören zu den dicksten, schwärzesten und am tiefsten herabgehenden, sie entstehen meistens nach vorausgegangenem heiterem, insbesondere windstillem Wetter und nach einer anhaltenden, über das Gewöhnliche hinausgehenden, drückenden, einen hohen Feuchtigkeitsgrad der Atmosphäre anzeigenden Wärme. In der Regel fällt das Barometer vor dem Hagelwetter stark, zuweilen noch während desselben, doch fängt es schon dann und in den meisten Fällen gleich nach der Beendigung desselben an zu steigen, die Temperatur nimmt schon bei seinem Beginnen ab, und sinkt zuweilen vom vorausgegangenen höchsten bis zum nachfolgenden tiefsten Thermometerstande um 25° C. In den ganzen Gewitterwolken bilden die Hagel führenden Theile meistens weiſslich scheinende kenntliche Streifen, wenn gleich solche von den übrigen sehr dunkeln sich selbst in der Ferne auszeichnende Parthieen nicht allezeit sicher auf Hagel schlieſsen

1 Reis. d. Ueb. II. 397.
2 Musschenbroek. Int. §. 2393.
3 De Saussüre Voy. §. 2075.
4 Reis. deutsch. Ueb. III. 465.
5 S. Art. *Gewitter*. Th. IV. S. 1581.

lassen. Beträchtlich nahe und schwere Hagelwolken kündigen sich durch ein eigenthümliches Brausen an, welches anfänglich einem entfernten Sturme in höheren Gegenden ähnlich ist, in gröſserer Nähe aber in ein ganz eigentliches Geprassel ausartet, und zuletzt eine unverkennbare Folge des Auseinanderschlagens der Hagelkörner ist[1]. Nicht ganz selten bilden die Hagelwolken einen traubenartigen Schlauch, welcher sich im Fortgange tiefer herabsenkt und zuletzt fast die Erdoberfläche berührt, ehe er sich seiner Bürde entledigt.

10. Die vom Hagel getroffenen Strecken sind gewöhnlich schmal, und haben nach Musschenbroek[2] selten eine gröſsere Breite als 100 bis 300 Ellen, welche Angabe indeſs wohl etwas zu geringe ist, da man 1000 bis 3000 F. als nicht unter die ganz seltenen Fälle bei gröſseren Hagelschauern rechnen kann. Bei dem groſsen Hagelwetter, welches 1788 in Frankreich unermeſslichen Schaden anrichtete, liefen zwei Streifen von SW. nach NO. und lieſsen zwischen sich einen Raum, dessen gröſste Breite 7, die geringste 3 franz. Meilen betrug; die beiden Streifen selbst hatten, die eine 5 Lieues als gröſste, 3 als geringste Breite, die andere 3 und 1,5 Lieues. Inzwischen ist die Verwüstung nicht in der ganzen Breite der Hagelwolke gleich stark, sondern an den Grenzen fallen allezeit nur einzelne und kleinere Hagelkörner, die gröſsten und zahlreichsten meistens in der Mitte. Nur äuſserst selten erstreckt sich die Verheerung über einen an Länge und Breite wenig verschiedenen Raum, indem die Länge desselben in der Regel ein sehr Vielfaches der Breite ist. Schon Musschenbroek giebt die Länge der von den Hagelwolken durchlaufenen Räume auf eine bis zwei Meilen an, allein wenn diese Angabe gleich für einzelne Fälle zu groſs ist, so ist sie dagegen für andere beträchtlich zu klein. Das groſse Hagelwetter in Hannover durchlief in der Richtung von NW. nach SO. von Hannover bis Wolfenbüttel eine Strecke von 7 Meilen, und bei dem eben genannten von 1788 blieben die beiden Streifen auf eine Strecke von mindestens 100 Lieues getrennt, die ganze Längenausdehnung konnten die Berichterstatter indeſs nicht mit Gewiſsheit ausmitteln[3]. Nicht völlig

1 Davon reden schon die Alten, z. B. Lucr. de rer. nat. Lib. VI. v. 155.
2 Introd. §. 2395.
3 Mém. de l'Acad. 1790. p. 266.

gleiche Ausdehnung hatte das Hagelwetter, welches 1186 ...is am heftigsten war [1], noch auch ein anderes im Jahre ..., wodurch die damals unter dem Könige EDUARD bei Bre... ...campirende englische Armee bedeutenden Schaden erlitt [2], ...dagegen ein drittes, vom 10. Juni 1593, dessen Verhee... ...unter andern die Gegenden von Tours, Pontoise, Senlis, ..., Crépy, Soissons, Amiens und Abbeville trafen [3]. Un... ...aus der neueren geschichtlichen Zeit genau bekannten ...as von 1788 rücksichtlich der Ausdehnung das gröfste.

So wie einzelne Jahre sich durch häufige und sämmt... ...istens den nämlichen Zug befolgende Gewitter auszeich... ...so ist dieses auch der Fall bei den Hagelschauern, jedoch ...m Unterschiede, dafs die nämlichen Orte wohl nie mehr... ...n einem Jahre vom Hagel verheert werden; im Allge... ... sind dann die wärmsten und fruchtbarsten Jahre auch ...fährlichsten in Rücksicht auf möglichen Hagelschaden. ...spiels wegen mögen nur folgende ohne eigentliche Ab... ...s Sammelns aus öffentlichen Blättern entlehnte Fälle an... ...werden. Im Jahre 1822 war am 7ten Mai das furchtbare ...etter in Bonn; am 8ten Mai geringer Hagel in Heidel... ...m 9ten Juni ein furchtbarer in Trient, wobei ein sech... ...iges Mädchen auf dem Felde so heftige Contusionen ... dafs es am dritten Tage davon starb; am 16ten Juni ...r Sturm mit wenigem Hagel in Darmstadt, Sinsheim ...; am 23sten Juni Sturm mit Hagel bei Strafsburg von ...Heftigkeit, dafs unter andern mehrere Schornsteine her..., und eine Lage Bretter wie Kartenblätter in die Höhe ... und umhergestreuet wurde; am 24sten Juni richtete ...hterliches Hagelwetter bei Venedig grofse Verwüstungen ...schlug viele Fenster, Früchte und Wein, auch Pferde, ...nicht schnell genug untergebracht werden konnten; am ...li verwüstete ein starker Hagelschlag viele Felder in ...terau; am 1sten September war ein starker Wolkenbruch ...walder Grunde in Sachsen; am 21sten Sept. desgleichen ...seille; und so dauerte es selbst bis in den October, in...

[1] Accetarium Aquinetinum ad chronica Sigeberti et Anselmi Gem...lum; ed. Auberti Miraei. 1608. 4.

[2] VILLARET. II. 132. edit. de Cologne. 1719.

[3] Ebend. Vergl. Mém. de l'Acad. 1790. p. 281.

dem am 14ten dieses Monats ein Ungewitter mit Hagel in Venedig und am 24sten in Genua grofse Verwüstungen anrichtete, die gewifs vielen von mir nicht beachteten Fälle ungerechnet.

12. Die nämlichen Gegenden werden zuweilen in aufeinanderfolgenden Jahren wiederkehrend durch Hagelschlag verwüstet, und dann eine geraume Zeit wieder verschont, welches zum Theil von denjenigen unbestimmbaren Witterungsdispositionen abhängen mag, welche uns eben deswegen als Zufälligkeiten erscheinen müssen, und es ist daher sehr räthlich, solche Phänomene nicht sogleich auf örtliche Bedingungen zurückzuführen, oder wohl gar angewandte Vorkehrungen als unfehlbare Gegenmittel zu betrachten. Mir ist unter andern ein Fall bekannt, dafs ein noch lebender Physiker im Auftrag der Landesregierung hingesandt wurde, um die Ursachen der so oft wiederkehrenden Hagelschauer und ihre mögliche Abhülfe zu untersuchen. Bei dieser Gelegenheit machte sein Begleiter die Landleute glauben, der Mann sey gesandt, um die Gewitter zu bannen, und weil sie von der Zeit an wirklich ausblieben, so erhielt sich in jener Gegend lange der Glaube, dafs die Bannung von Erfolg gewesen sey. Scheuchzer wollte aus den Beobachtungen in den Schweizergebirgen gefunden haben, dafs Hagelwetter nie in Thäler eindringen, welche von der Ostseite durch Berge geschützt sind[1], eine schwerlich haltbare Behauptung. Richtiger dürfte diejenige seyn, welche de Saussüre[2] aufgestellt hat, dafs in denjenigen Ebenen, welche in der Nähe sehr hoher Berge liegen, in einer gewissen Entfernung von diesen die Hagelschauer weit häufiger sind, als in gröfserer oder geringerer Entfernung, und dafs es gewisse Gegenden giebt, welche nie oder sehr selten getroffen werden. Im Allgemeinen stimmt dieses mit den bestimmtesten Erfahrungen überein, und der Grund läfst sich zuweilen in örtlichen Bedingungen, z. B. der Nähe und Richtung von hohen Bergen und grofsen Flüssen nachweisen. Um indefs über das Thatsächliche sicher zu seyn, dürfen die Beobachtungen nicht auf zu kurze Perioden beschränkt werden, weil sonst jene angegebene Periodicität zu unrichtigen Folgerungen verleiten kann. Uebrigens fällt diese Untersuchung mit der über das Erscheinen der Gewitter zusammen, indem die Hagelschauer

1 Musschenbroek Int. §. 2397.

2 Voyag. §. 972.

ine Species von diesen sind. Daſs es in den Tropenlän-
lten hagelt, ist oft behauptet, so furchtbar auch die
r und Platzregen dort sind. THIBAULT DE CHANVEL-
behauptet, es habe in Martinique nur einmal im Jahre
n der Ebene geschlosset, und sey dieses Phänomen we-
ner Seltenheit sehr aufgefallen, eine Behauptung,
MOREAU DE JONNES [2] für übertrieben hält. Indeſs er-
HUMBOLDT [3], es sey in Parama in der Mitte des vorigen
erts Hagel gefallen, und dieses sey das einzige ihm
Beispiel von Hagel in den Tropenländern in einer mit
eresspiegel fast gleichen Ebene, weil dort in 300 Toisen
ein Hagel falle. Der berühmte Gelehrte meint dann
man müsse annehmen, daſs der überall in gleicher Höhe
r Meeresfläche gebildete Hagel bei seinem Herabfallen
e unteren, etwa 300 Toisen dicken Luftschichten, de-
ere Temperatur etwa 27°,5 und 24° C. ist, wieder ge-
n werde. Dabei findet er es bei dem gegenwärtigen
unserer meteorologischen Kenntnisse schwer zu erklä-
um in Philadelphia, in Rom, in Montpellier u. s. w.
eiſsesten Monaten Hagel fällt, wenn die mittlere Tem-
5° bis 26° C. beträgt, während diese Erscheinung in
in la Guyara und überhaupt in den Aequatorialgegen-
t wahrgenommen wird. Da es in den vereinten Staa-
in Europa unter etwa 40° bis 43° N. B. in den Ebenen
er eben so heiſs ist, als in den Tropenländern, die
der Wärme in zunehmender Höhe aber an allen diesen
m etwas verschieden sey, so müsse man das Schmel-
Hagelkörner in den untern Regionen daraus erklären,
beim Entstehen in gemäſsigten Zonen gröſser seyen, als
uatorischen, zugleich aber seyen wir noch zu wenig
Bedingungen bekannt, unter denen in gemäſsigten Zo-
Wasser in den Wolken zu Hagel gefriere, um beurthei-
önnen, ob eben dieselben auch unter dem Aequator
Ebenen vorhanden sind. Daſs auch in den Tropen-
in gröſseren Höhen Hagel fällt, meistens aber nur klei-
st schon oben bemerkt, und v. HUMBOLDT stellt dieses

oyage à la Martinique.
ır le climat des Antilles. p. 49.
eis. deutsche Ueb. III. 465.

auch nicht in Abrede, wie ich mehrmals gelesen zu haben i erinnere; inzwischen werde ich bei der nachfolgenden The des Hagels auf diese Thatsachen Rücksicht nehmen.

Die dem Hagel unterworfenen Erdzonen fangen hier also auf der nördlichen Halbkugel erst etwa mit dem 3(Breitengrade an, und erstrecken sich vermuthlich nur bis 60sten. Ob diese letztere Grenze als sicher anzunehmen wage ich nicht zu bestimmen, zweifle indefs, dafs das Ha unter höheren Breiten als eine gewöhnliche Erscheinung zu trachten sey, obgleich Graupelschauer, namentlich bei de den Küstengegenden vorherrschenden Wintergewittern i selten sind. Aufserdem machen die unverhältnifsmäfsig wa Districte Norwegens und Island vielleicht eine Ausnahme, denn das oben erwähnte Hageln am letzteren Orte offenbar nächst durch die vulcanischen Producte des Katlegiaa bec wurde. Auf der südlichen Halbkugel findet ohne Zweifel nämliche Verhältnifs statt. Endlich folgt schon aus demjen was oben über die Graupelnbildung gesagt ist, dafs eigentli Hagel nicht auf hohen Bergen fällt, und ich möchte eine E von 5000 bis 6000 F. als diejenige annehmen, worauf das gentliche Hageln beschränkt ist.

13. Die Hagelschauer sind an keine bestimmte Tage gebunden, jedoch kommen sie häufiger Nachmittags als mittags, selten bei Nacht. Musschenbroek sagt blofs hagele häufiger bei Tage als bei Nacht, allein man kann Recht behaupten, dafs das Letztere unter die grofsen Seltes ten gehöre. Früher hat man sogar den Satz aufgestellt, es bei Nacht gar kein Hagel, und daraus schliefsen wollen, Einflufs des Lichtes sey zu seiner Bildung nothwendig; a es ist gewifs, dafs es in sehr seltenen Fällen auch bei N hagelt, jedoch werden nur die gröfseren Hagelwetter öffen bekannt, und es ist begreiflich, dafs gerade diese sich wen bei Nacht ereignen, als bei Tage. Dennoch aber war das gro Hagelwetter 1802 bei Buck im Posener Departement währ der Nacht, wobei Hagelkörner von der Gröfse einer geball Mannsfaust herabfielen [1], und Lichtenberg versichert, es se ihm verschiedene Beispiele von Hagelwettern bei Nacht ber

1 G. XVI. 75.

worden [1]. Noch neuerdings bezeugt Wöllner [2], dafs er
hat das Fallen des Hagels während der Nacht beobachtet
be, und Bellani [3] führt sogar drei ihm bekannte nächtliche
gelwetter an, eins am Comersee um Mitternacht vom 27. bis
. August 1778, das zweite ebendaselbst und um dieselbe Zeit
m 19. bis 20. August 1787, und das dritte bei Anbruch des
ges im Juli 1806, so dafs sie in Italien häufiger als an andern
rten zu seyn scheinen. Unter die mit Gewifsheit ausgemach-
n Thatsachen gehört aber das starke Hagelwetter in der Nacht
om 25sten zum 26sten Juli 1822, welches im nördlichen
eutschlande von Lommatsch bis in die Niederlausitz eine be-
utende Strecke verheerte. Nach den durch Raschig hierüber
ngezogenen Nachrichten [4] war es in Meifsen um 12 Uhr Nachts,
nd an einigen Orten, namentlich bei Cönnern und Königs-
artha so heftig, dafs man die Früchte nicht mehr erkennen
onnte, die auf den Aeckern gestanden hatten, und Hunderte
on Staaren todt auf dem Felde fand. Endlich [5] ereignete sich
uch das berühmte Hagelwetter, wodurch im Canton de Vaud
ie mit Hagelableitern so vollständig versehenen Weinberge
änzlich verheert wurden, in der Nacht vom 22sten auf den
3sten Juli 1826.

14. Die eigentlichen Hagelschauer, mit Ausschlufs des
Graupelns, gehören dem Sommer an, weil sie Begleiter der
stärksten Gewitter sind, welche gleichfalls in mittlern Breiten
nur selten oder fast gar nicht im Winter beobachtet werden.
Musschenbroek rechnet jeden Graupelschauer mit unter das
Hageln, und findet auf diese Weise, dafs es im Winter öfter
hagelt, als im Sommer, was aber mit der sonst allgemein herr-
schenden Ansicht im Widerspruch steht. Wenn man dagegen
ergiebt, dafs die eigentlichen Hagelwetter zu den stärksten Ge-
wittern gehören, so fallen die Perioden beider zusammen, und
s folgt hieraus von selbst, dafs die Monate Juni und Juli am
meisten Hagel geben, dann Mai, August und September; im
pril und October ist das Hageln eine grofse Seltenheit, und

1 Erxleben's Naturlehre. §. 736. Anm.
2 Kastner Archiv. I. 311.
3 Brugnatelli Giorn. T. X. p. 369.
G. LXXII. 434.
Bibl. univ. XXXIII. 50.

in den übrigen Monaten trifft man die Erscheinung fast ük nicht, weswegen das heftige Hagelwetter zu Montpellie 30sten Januar 1741 als merkwürdige Ausnahme von der a meinen Regel betrachtet wurde[1].

15. Die Hagelwetter theilen ganz die Eigenthümlichk der Gewitter, weswegen ich die Bildung, Höhe, Ausdehı und Gestalt der Wolken, den begleitenden Sturmwind und gen, das Blitzen, Donnern u. s. w. ganz mit Stillschweigen ü gehen kann. In der Regel, wo nicht allgemein, dauert Hageln kaum länger als 15 Minuten, selten 30 Minuten, ich zweifle, dafs Beispiele von der Dauer einer Stunde b achtet sind. Auf gleiche Weise bewegen sich die Hagelwo mit großer Geschwindigkeit über die verheerten Strecken, gleich bei der bekannten Unsicherheit im Gange der Uhrei verschiedenen Orten hierüber kaum überall genügende Beob tungen vorhanden sind. Leroi, Buache und Tessier, we das merkwürdige Hagelwetter von 1788 untersuchten, g sich alle ersinnliche Mühe, die Geschwindigkeit genau zu forschen, womit sich die Hagelwolken bewegten, und obgl die Art der Bestimmung, nämlich aus der Anfangszeit des gelns an den ungleich entlegenen Orten keine vollkommene cherheit gewährt, so kann doch das gefundene Resultat als Wahrheit sehr nahe kommend betrachtet werden. Das Ha wetter durchlief nämlich einen Raum von 16,5 Lieues in e Stunde, welches nach der gleichfalls mitgetheilten Bestimn von 2300 Toisen auf 1 Lieue 35,8 Par. F. in einer Secu oder 10 geographische Meilen in 1 Stunde beträgt. Die gefundene Geschwindigkeit wäre also etwa die mittlere e heftigen Sturmwindes, und obgleich die Hagelschauer meis von den letzteren begleitet sind, so mufs man doch zugl berücksichtigen, was für eine Masse der meistens stofsweise bewegende Wind an einem Hagelwetter vor sich her zu tre hat, abgesehen davon, dafs der gemeinen Erfahrung nach Gewitterwolken sich nicht allezeit so schnell bewegen, als Wind. Uebrigens ist die Geschwindigkeit von 10 geogr. I len in einer Stunde grofs genug, um das gewöhnlich bei Ha wettern vorkommende Fortschreiten daraus zu erklären.

---

1 Mém. de Paris. 1741. p. 218.

16. Unter die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, wodurch sich die Hagelwetter von den gewöhnlichen Gewittern unterscheiden, gehören vorzüglich das schon erwähnte Brausen, die weifsliche Gestalt der Wolkenstreifen, worin der Hagel gebildet ist, und aufserdem eine Verdunkelung, welche nach Tessier mit der bei totalen Sonnenfinsternissen Aehnlichkeit hat, auch nach meinen eigenen und fremden Beobachtungen so stark ist, dafs man nicht mehr lesen kann. Ferner glaube ich bemerkt zu haben, dafs beim Beginnen von Hagelwettern, wie bei sehr schweren Gewittern, einzelne Blitze und ein abgeschnittener prasselnder Donner minder häufig beobachtet werden, als vielmehr eine dem Wetterleuchten ähnliche anhaltende Erhellung und ein ununterbrochenes dumpfes Rollen des Donners. Hat eine Gewitterwolke schon eine Zeitlang geregnet, so ist man in der Regel gegen Hagelschlag, hauptsächlich gegen verheerende Hagelwetter gesichert, in den bei weitem meisten Fällen dagegen rückt das Hagelwetter mit den beschriebenen Phänomenen heran, es erfolgt ein hervorstechend heftiger Donner, hiernach fallen einzelne sehr dicke Regentropfen, deren Fallen meistens hörbar heftig ist, demnächst einzelne kleine Hagelkörner, wobei die Gefahr um so gröfser ist, je weniger diese von vielen und kleinen Regentropfen begleitet sind, und endlich erfolgt das Hageln selbst, welches in sehr kurzen Pausen einer geringeren Heftigkeit und bei begleitendem heftigem Blitzen und Donnern nur einige Minuten anzuhalten pflegt. Die Dunkelheit, das Brausen in der Luft, die heftigen Blitze mit furchtbarem Donner, das Prasseln der Hagelkörner auf dem Strafsenpflaster und den Dächern, das Zerschlagen der Fenster, welches alles überraschend schnell hervorbricht, erfüllen Menschen und auch Thiere mit einer Art von Bangigkeit und Furcht. Die Gewalt, womit der Hagel herabfällt, ist zwar aus mechanischen Gesetzen leicht erklärbar, aber dennoch überraschend, und um so viel stärker, je heftiger der Wind ist. Menschen werden nicht leicht dadurch bedeutend beschädigt, noch weniger erschlagen, weil sie zeitig Schutz suchen; dennoch sollen 1717 durch ein Hagelwetter mehrere Menschen und Stücke Vieh erschlagen seyn; desgleichen 1731 bei Olmütz in Mähren mehrere Personen[1] und 1767 bei Potsdam ein Ochse, auch wurde

1 Beide Angaben a. d. Journal de Verdun in Mém. de l'Ac. 1790. p. 272.

einem Bauer ein Arm abgeschlagen [1]. Aus den ältern Z
findet sich eine Nachricht beim MACRIZI [2], welcher erzählt,
im Jahre 716 der Hedschra, also 1316 unserer Zeitrechnung
Syrien ein starker Hagel fiel, wodurch mehrere Menschen
Thiere erschlagen und ausgedehnte Strecken verheert wur
Inzwischen sind diese Nachrichten keineswegs so verificirt,
sie unbedingten Glauben verdienten. Weit mehr ist dieses
Fall bei der in öffentlichen Blättern mit allen einzelnen Ums
den mitgetheilten Nachricht von dem starken Hagelwetter,
ches 1822 am 9ten Juni bei Trient von drei Kindern auf
Felde ein 16jähriges Mädchen so verwundete, daſs es nach
gen Tagen starb. Wie sehr ein solcher Fall unter die au
ordentlich seltenen gehören müsse, dieses ergiebt sich s
daraus, daſs nach genauen Erkundigungen bei dem u
heuern Hagelwetter in Frankreich 1788 kein Mensch
deutend beschädigt wurde [3], von einigen getödteten Sch
blieb es indeſs ungewiſs, ob sie vom Blitze oder durch den
gel erschlagen waren. Dagegen fand es sich sowohl bei die
als auch bei dem von mir in Hannover 1801 beobachteten,
viele Hasen, Rebhühner, Raben, Drosseln und Spatzen
schlagen wurden, und ein Landmann in Herrenhausen samm
allein 20 getödtete Spatzen; Personen, welche der Hagel
dem Felde überraschte, hatten blaue Schwielen, Kühe ha
Beulen und Schafe waren am Kopfe und den Ohren beschä
Bei dem oben [4] erwähnten Hagelwetter auf der Orkadischen
sel Stronsa wurde ein Knabe im Nacken so heftig verwun
daſs er nach mehreren Monaten noch nicht wieder herges
war, Pferde und Kühe im Freien waren alle mehr oder wen
stark verwundet und blutend, von einer Heerde Gänse w
die meisten erschlagen oder verstümmelt, das Meer trieb v
erschlagene Vögel ans Land, und als der Hagel weggeschn
zen war, fand man viele todt auf dem Boden liegend. Ei
der jüngeren Pferde waren so zerschlagen und erschreckt.
sie betäubt hingestreckt lagen, und nie wieder völlig zu ges

1 Allgem. Zeit. 1817. Juli.

2 S. Quatremère bei G. L. 299.

3 TESSIER fand viele mit starken Beulen auf den Händen un
Gesichte.

4 S. unter A. Nr. 3.

den Kräften kamen. Dafs der Hagel die stärksten Dachschiefer zerschlagen habe, berichtet Delcros [1] als von ihm beobachtete Thatsache, indefs ist es eine sowohl durch mich, als auch durch viele andere gemachte Erfahrung, dafs weder die Schiefer noch die Ziegel der Dächer den gröfseren Hagelkörnern widerstehen. Eben so habe ich gesehen, dafs Fensterscheiben von vorzüglicher Stärke durch den Hagel nicht blofs zerschlagen wurden, sondern auch dafs die Bruchstücke davon zusammt den Hagelkörnern in einem langen Saale bis 25 Par. F. hingeschleudert waren. Man kann es hiernach nicht auffallend finden, dafs der Hagel die stärksten Pflanzen zerschlägt, auch Weinreben und Aeste von zwei Linien Dicke zerbricht. Hieraus erklärt sich dann leicht der unermefsliche Schaden, welchen ein weit sich verbreitendes Hagelwetter anrichten kann, und welcher 1788 in Frankreich nicht übertrieben auf fast 25 Millionen Liv. abgeschätzt wurde.

17. Die Menge des Hagels, welcher über eine ganze Strecke oder hauptsächlich auf die am meisten getroffenen Oerter herabfällt, ist ganz unglaublich, wenn gleich nicht füglich genau mefsbar. Selten oder nie ist nämlich ein Hagelschauer ohne einen bedeutenden Regen, wodurch der Hagel auf einzelne Stellen in Niederungen zusammengeschwemmt wird, so dafs seine Höhe nicht mehr bestimmbar bleibt, abgesehen davon, dafs ein grofser Theil alsobald durch die Wärme des Erdbodens und den nachfolgenden Regen schmelzt. Die gewöhnlichen Berichte sagen daher nur, dafs der Hagel an einigen Orten bis zu einer Höhe von 2 und mehreren Schuhen zusammengeflossen sey. Nach Parent [2] soll bei dem grofsen Hagelwetter zu Iliers im Mai 1702 der Hagel an mehreren Orten einen Fufs hoch gelegen haben, allein mir scheinen die Gröfsenbestimmungen dieses Gelehrten bei der Beschreibung jenes Naturereignisses nicht hinlänglich genau; denn die gröfsten Körner sollen einer geballten Mannsfaust gleichgekommen seyn, und ½ Pfund gewogen haben, welche beide Angaben nicht mit einander übereinstimmen. Glaublicher dagegen wegen der genauen Angabe der begleitenden Umstände scheint mir die Nachricht, dafs bei dem Hagelwetter am 24sten Juli 1818 auf der Orkney-

1 G. LXVIII. 323.
2 Mém. de l'Ac. 1803. p. 19.

Insel Stronsa der Hagel im freien Felde 9 engl. Zoll hoch gen habe[1], obgleich ich auch diese Höhe noch für etwas trieben zu halten geneigt bin. Bei dem Hagelwetter in H ver hatte ich Gelegenheit, einen möglichst horizontalen Platz zu beobachten, und eben so 1824 hier in Heid Im ersteren Falle lagen die Hagelkörner nicht 3 Z. und in teren nicht 1,5 Z. hoch, dort ging die Temperatur auger lich sehr tief herab, hier ungleich weniger, und stieg a dem sogleich nachher wieder ungewöhnlich. Nehme ic das Doppelte von jener Beobachtung, so glaube ich, da Höhe auf allen Fall als das Maximum angesehen werden welches der gefallene Hagel zu erreichen vermag, wen für die Breite von Deutschland, denn ob in südlichern G den, wo die Regenmengen gleichfalls beträchtlicher sind die Menge des Hagels gröfser sey, kann ich aus den mir kommenen Berichten nicht ausmitteln, mufs es jedoch a dern Gründen bezweifeln. Ist aber die Rede von der Ges menge des fallenden Hagels, so ist diese nicht selten ga glaublich. Die stärkste Angabe, welche mir hierüber kommen ist, bietet die Beschreibung des Hagelwetters von dar, indem damals durch die aus Hagel und Regen entstar Fluthen im englischen Lager 1000 Menschen und über Pferde umgekommen seyn sollen. Ist dieses übertriebe kann dagegen als völlig ausgemacht betrachtet werden 1792 bei dem furchtbaren Hagelwetter unweit Beverung Hannöverschen die aus Hagel und Wasser bestehenden F von einer flachen Anhöhe herabstürzend einen vierspä Wagen mit Flachs beladen mit sich fortrissen, und in die stürzten. Eben diese drangen mit solchem Ungestüm kleine Städtchen, dafs sie am andern Ende die Thore ve ten, einen Eisdamm innerhalb derselben bildeten, die füllten und eine Ueberschwemmung erzeugten[3]. Im Jahre schwoll zu Mariengarten unweit Göttingen ein unbedeu Bach durch die herbeiströmende Menge von Hagel und W zu einer solchen nie erlebten Höhe an, dafs die zuerst Lauf versperrenden Gegenstände, nämlich eine 6 F. hoh

---

1 Edinb. Phil. Journ. Nr. VIII. 366.

2 Bei Villaret a. a. O.

3 Lampadius im Hann. Mag. 1792. St. 93.

2 F. dicke Gartenmauer in einer Strecke von 20 F. umgestürzt wurde, und ein zweistöckiges massives Haus durch sein Wanken die Gefahr des Einsturzes drohte. Solche Fluthen haben die leicht erklärliche Eigenthümlichkeit, daſs sie in gröſster Stärke oft nur 15 Minuten, meistens nur eine halbe und selten über eine ganze Stunde dauern.

C. Theorie des Hagelns.

18. Nach den älteren Physikern sollten die Wolken durch unbekannte Ursachen im Ganzen in Eis verwandelt werden, zerplatzen und dann die durch Abreiben abgerundeten Stücke auf die Erde herabfallen. Musschenbroek [1] ist wegen des kleineren Hagelns, der *Graupeln*, welche im Winter oder auf höheren Bergen fallen, nicht in Verlegenheit, sondern er hält sie für gefrorne Regentropfen, welche in den an sich unter dem Gefrierpunct erkalteten Luftschichten gebildet werden. Schwieriger ist die Entstehung des gröſseren Hagels im Sommer zu erklären. Nach Musschenbroek ist für Frankreich, England und Holland die Schneegrenze 9600 F. hoch, aber wir sehen oft Wolken, welche noch höher sind, und sich also in der Region des Schnees befinden, wo diesemnach der Regen auch zu Hagel gefrieren kann. Von diesen Wolken sind einige elektrisch, andere nicht oder in einem geringen Grade. Begegnen sich beide, so entreiſsen die letzteren den ersteren die Elektricität, wodurch Blitz und Donner entsteht, nach Entziehung der Elektricität stoſsen sich die wässerigen Theile der Wolke nicht ferner ab, sie werden vom Winde oder durch eigenes Zusammenflieſsen vereinigt, und gefrieren durch die Kälte der hohen Region, wo sie sich befinden, und zwar desto schneller, je mehrere erkältende Ursachen zusammenwirken. Zuerst entstehen die kleinen Hagelkörner, dann durch Zusammenbacken die gröſseren, deren Gestalt daher irregulär ist.

19. Eben wie Musschenbroek reduciren in der Hauptsache die meisten spätern Physiker [2] die Entstehung des Hagels auf die Wirkungen der Elektricität, und es genügt daher, nur die Modificationen nachzuweisen, wodurch die einzelnen Hy-

1 Introd. §. 2395.

2 Blaise Monnsier Diss. sur la nature et la formation de la Grêle, Bourd. 1752. 4. Beccaria Lettere del Elettricismo. Bologna 1758.

pothesen sich unterscheiden. Mongez [1] faſst seine Theorie selbst in folgende Hauptpuncte zusammen: 1. Alle Wolken sind an sich elektrisch, nehmen aber einen gesteigerten Grad der Elektricität nur durch zufällige Bedingungen an. 2. Bloſs in dem letzteren Falle findet Verdunstung statt. 3. Sobald die elektrische Ausdünstung anfängt [2], bildet sich um den Regentropfen eine Dampfatmosphäre, welche den Einfluſs der umgebenden Wärme aufhebt. 4. Hieraus entsteht Kälte in dieser Atmosphäre, 5. welche sich allmälig bis in das Innerste des Tropfens erstreckt, 6. und wodurch er in Eis verwandelt wird. 7. Ist die Eiskruste gebildet, so hört die elektrische Verdunstung auf. 8. Das herabfallende Hagelkorn endlich verdunstet, wird hierdurch kälter und allmälig härter, so wie es durch die niedrigeren Luftschichten herabfällt.

Aus diesen theoretischen Sätzen sucht Mongez die einzelnen, bei der Hagelbildung vorkommenden Phänomene zu erklären, welches auch an sich nicht schwer seyn kann, da man hierzu im Ganzen nichts weiter als die Bildung von Eiskörnern bedarf, allein die Principien selbst sind keineswegs genügend [3]. Zuerst sind entschieden die Wolken sehr ungleich elektrisch, aber daſs eine Verdunstung bloſs bei gesteigerter Elektricität statt finden sollte, dieses ist eine petitio principii. Ferner ist es zwar richtig, daſs die Elektricität die Verdunstung befördert und letztere Kälte herbeiführt, allein wodurch wird in der so ausnehmend feuchten Wolke eine so starke Verdunstung bewirkt? Die Hypothese von einer elektrischen Dampfatmosphäre ist zu wenig begründet, eben so wie die, daſs eine solche die äuſsere Wärme nicht durchlassen sollte, und würde dieses auch zugegeben, wie könnte hierdurch eine zur Eisbildung erforderliche Kälte im Tropfen selbst erzeugt werden, da sich vielmehr der äuſsere

1 Journ. de Phys. XII. 202.

2 Daſs die Elektricität die Verdunstung vermehre, glaubt Mongez nach den Versuchen von Nollet und nach eigenen annehmen zu müssen, und daſs hierdurch Kälte entstehe, schlieſst er aus den Versuchen von Franklin, Herbert, Morveau u. v. a.

3 Später in Ann. de Chim. V. 51 äuſsert sich Mongez, es sey das Phänomen der Hagelbildung sowohl an sich schwer zu erklären, als auch insbesondere der Umstand, daſs er häufiger im Sommer als im Winter falle. Seine eigene Hypothese scheint ihm also nicht mehr genügt zu haben.

Dampf auf der entstandenen Eiskruste niederschlagen müfste. Dafs endlich nach entstandener Eiskruste die el. Atmosphäre entweichen sollte, ist ganz ohne Grund, da die Verdampfung auch beim Eise stattfindet, und man nicht begreift, wo die Elektricität dann bleiben, und warum sie gerade dann erst entweichen sollte.

20. De Lüc's[1] Hypothese hat in früheren Zeiten allerdings Anhänger gefunden, indefs zweifle ich daran, dafs dieses noch jetzt der Fall sey. In der Hauptsache nahm dieser Physiker an, die Elektricität bestehe einem wesentlichen Bestandtheile nach aus Wärme, weswegen diese letztere gebunden werde, sobald erstere in einem bedeutenden Grade zum Vorschein komme. Lampadius[2] war hauptsächlich derjenige in Deutschland, welcher de Lüc's Hypothese zu unterstützen uud als den Erscheinungen angemessen darzustellen suchte, Lichtenberg[3] dagegen, obgleich grofser Verehrer von de Lüc, wich dennoch von dieser Hypothese ab, und fand die Ursache der Hagelbildung hauptsächlich in der Verdunstungskälte, welche ihm eine Folge der Elektricität zu seyn schien, obgleich er selbst sich die bei dieser Erklärung noch bleibenden Dunkelheiten nicht verhehlt. Späterhin schien ihm indefs de Lüc's bekannte Theorie vom Regen mehr begründet, so dafs er kein Bedenken trug, diese auch auf die Bildung des Hagels anzuwenden, und die dabei eintretende grofse Kälte aus einem Gebundenwerden der Wärme zur Erzeugung der Elektricität zu erklären[4]. Mit der genannten Theorie des Regens fällt also diese Hypothese von selbst über den Haufen, weswegen ich eine Widerlegung hier für überflüssig halte, um so mehr, als schon im Art. *Elektricität* die Unhaltbarkeit jener Hypothese nachgewiesen ist[5]; auch fehlten bei dem oben erwähnten Hagelwetter bei Roncevalles im Jahre 1813, wobei noch obendrein die Hagelkörner von ganz

1 Idées sur la météorologie T. II. sect. III. chap. 2. Nouvelles Idées sur la Mét. II. §. 641. Lettres à Mr. de la Metherie. L. VII. In Rozier Obs. XXXVII. 120. Daraus in Gren J. IV. 264. Vergl. Nichols. Journ. of Nat. Phil. 1810. Dec. G. XLI. 189.

2 Beobachtungen über die Elektricität und Wärme unserer Atmosphäre. Berl. 1793. Dessen systemat. Grundrifs d. Atmosphärologie. Freyberg 1806. 8. S. 153.

3 Neues Hannöv. Mag. 1793. Erxleben's Naturlehre §. 736.

4 Vermischte Schr. VIII. 85.

5 S. Th. III. S. 354. Vergl. *Regen*.

ungewöhnlicher Gröfse waren, Blitz und Donner gänzlich. V. Arnim[1] behauptet, der Hagel sey fast allezeit negativ elektrisch, und dieses möge wohl eine Hauptbedingung seines Entstehens seyn, wobei er zugleich durch die Verdunstung beim Herabfallen in Folge der hierdurch erzeugten Kälte gröfser werde.

Nach Hube[2] endlich ist der Hagel eine Folge der Elektricität und der dadurch erzeugten Kälte, ohne dafs jedoch näher nachgewiesen wird, in wiefern die letztere durch die erstere nothwendig erzeugt wird; vermuthlich sieht er indefs mit Heidmann[3] und andern die Wärme als einen Bestandtheil der Elektricität an.

21. In den neuesten Zeiten, und man darf sagen, bis auf den gegenwärtigen Augenblick, hat die Hypothese des berühmten Al. Volta den meisten Beifall gefunden, welche von demselben ausführlich vorgetragen ist, sich aber leicht auf folgende Elemente zurückführen läfst[4]. Volta denkt sich die Feuchtigkeit der Wolken als kleine Dunstbläschen, welche durch die Elektricität der Wolke abgestofsen werden, und hierdurch in die höchst trockne und kalte Luftschicht über der Wolke kommen. Hier vereinigen sich allmälig die Dunstbläschen zu kleinen Tropfen, welche durch Verdunstung in den ohnehin kalten Regionen gefrieren, zugleich aber ihre Electricität verlieren, und dann durch die im Centrum der Wolke angehäufte Elektricität angezogen, bald aber wieder abgestofsen werden, wie kleine Kugeln oder zusammengeballete Baumwolle von einem el. Conductor. Auf diese Weise entstehen zuerst die kleinen weifslichen Kerne des Hagels aus den anfänglich zusammengesinterten, schneeartig krystallisirten Bläschen. So wie diese aber auf die angezeigte Weise stets durch die elektrische Anziehung und Abstofsung bewegt in die feuchte Wolke eindringen, überziehen sie sich mit einer neuen Lage Feuchtigkeit, welche nach dem Abgestofsenseyn in den kälteren Räumen über der Wolke hauptsächlich unter Mitwirkung der Verdunstung gefriert, wo-

1 G. IV. 327.

2 Vollst. und fafslicher Unterricht in der Naturlehre II. 224.

3 Vollständige auf Versuche und Vernunftschlüsse gegründete Theorie d. El. Wien. 1799. II Vol. 8.

4 Journ. de Phys. LXIX. 286. 333. Daraus in Gehlen's Journ. VII. 67. 223. ursprüngl. in Brugnatelli Giorn. I. 31. 129 u. 179. Verwandte Abhandl. von ihm findet man in Memorie del Inst. Ital. T. I. Part. II. Giornale di Fisica e Chimica di Pavia. T. I.

so zuletzt die ungemein groſsen Hagelkörner entweder
lbar oder durch Zusammensinterung mehrerer kleinerer
: werden, welche dann durch ihr Gewicht die Wolke
echen, und herabfallen. Obgleich diese Hypothese zur
ng der Hagelbildung genügt, so glaubt doch Volta,
: Proceſs weit leichter vorstellbar sey, wenn man zwei
in einem mäſsigen Abstande horizontal über einander
nd, die eine pos. die andere neg. el. annehmen wollte.
n diesen beiden sollen dann die anfänglich gebildeten
so lange sich auf und nieder bewegen, bis sie die der
nskraft der Wolken proportionale Gröſse erhalten haben,
lke durchbrechen und herabfallen. Volta denkt sich
e Schneebildung im Winter auf die Weise, daſs die
äschen über den Gefrierpunct warm in der Wolke schwe-
ren Umgebung unter 0° C. erkältet ist. Wird eine sol-
lke durch den Windstoſs zerrissen, oder fallen kleine
en aus einer Wolke durch eine unter den Eispunct er-
Luftschicht, so verwandeln sich beide in Schnee, wel-
ort nach seiner Bildung herabfällt, weil die Wolke kei-
inglich starke Elektricität besitzt, um die zur Hagelbil-
forderliche Abstoſsung und Anziehung hervorzubringen.
mer dagegen werden die Wolken selbst durch die Ver-
g in den oberen Schichten stark erkältet, die einzelnen
äschen plätzen und gefrieren, die Elektricität der Wol-
stark genug, um die gebildeten Kerne den positiv und
elektrischen Wolken entgegen zu schleudern, dabei neh-
theils die in den Wolken als Dunstbläschen vorhandene
gkeit auf, theils die in den Zwischenräumeu befindliche
äschenförmige, und werden hierdurch allmälig zu den
verschieden gebildeten Hagelkörnern gestaltet. Volta
nicht, daſs die Elektricität der Wolken hinreiche, um
wegung der schweren Hagelkörner zu bewirken, weil
unserer Maschinen um ein Vielfaches übertrifft, und
Physiker versinnlichen den Proceſs der Hagelbildung
leine Flocken Baumwolle oder Kugeln vom Marke der
lumen, welche zwischen zwei entgegengesetzten elek-
Scheiben hin und her hüpfen, auch nach Art wirklicher
rner sich vereinigen, ohne jedoch dabei zu berücksich-
daſs Wolken keine festen Scheiben und halbpfündige
rner keine Flocken Baumwolle sind.

Volta macht sich selbst einen Einwurf gegen diese zweite Modification seiner Theorie, welcher zu nahe liegt, als dafs er übersehen werden konnte. Es sey nämlich, meint er, auf den ersten Blick nicht wohl erklärbar, warum die beiden entgegengesetzt el. Wolken sich nicht selbst so stark anzögen, dafs sie zusammenfielen, und sich dadurch wechselseitig neutralisirten, statt sich einander eine geraume Zeit hindurch eine solche Masse Hagelkörner zuzusenden. Indefs beantwortet er diesen Einwurf damit, dafs er annimmt, die untere Wolke werde nicht blofs durch die obere, sondern auch durch die Erdoberfläche, die Wälder u. s. w. angezogen und zwischen beiden Kräften im Stillstand erhalten. Die obere Wolke könne aber gleichfalls von andern höheren angezogen werden, es könnten selbst noch niedrigere unter der unteren eine Anziehung gegen diese letztere ausüben, wodurch in den untersten und obersten, die eigentliche Hagelbildung bewirkenden Wolken mancherlei oftmals sichtbare Bewegungen und Fluthungen erzeugt werden könnten; und endlich dürfe man immerhin zugeben, dafs die beiden Wolken einander anzögen, an einer eigentlichen Annäherung aber zugleich durch ihre eigene Masse gehindert würden, so dafs durch die Langsamkeit der Bewegung die el. Spannung derselben bei gegenseitiger Annäherung wachsen, die wiederholte Abstofsung und Anziehung der Hagelkörner befördert werden, und diese deswegen an Gröfse zunehmen müfsten. Fallen dann endlich die Wolken wirklich zusammen, oder werden sie durch die Gewalt der Hagelkörner durchbrochen, so fallen die letzteren herab, und das eigentliche Hagelwetter tritt ein.

22. So sinnreich auch diese Hypothese durch einen der scharfsinnigsten Physiker ausgedacht und der Mehrheit der das ganze Phänomen bestimmenden Thatsachen angepafst ist[1], so scheint sie mir doch aus überwiegenden Gründen ganz unhaltbar zu seyn. Nehmen wir zuerst die Ansicht der zwei elektrischen Wolken, so ist zwar durch das Hülfsmittel einer Anziehung der Erde scheinbar geholfen, allein die Zurückführung auf genauere Gröfsenbestimmungen zeigt evident die Unhaltbarkeit. Eine Hagelwolke kann nämlich bei ihrer anfänglichen Bildung gar wohl 8 bis 10000 Fufs über die Oberfläche der Erde erhaben seyn, wir wollen indefs nur ein Minimum von 2000 F. anneh-

1 Vergl. Volta's Brief an Configliachi in Ann. Ch. P. IV. 245

men, und hiernach das Verhältniſs der el. Anziehungen prüfen, welche von der Erde und einer höheren Wolke gegen die Haupthagelwolke ausgeübt werden soll. Da die el. Anziehung den Quadraten der Entfernung umgekehrt proportional ist, so kann die obere Wolke um so weniger eine geringere Entfernung von der ersteren haben, als man jene negativ elektrisch, die Erde dagegen neutral annimmt, so daſs also die obere Wolke stärker als die Erde anziehen müſste. Setzen wir aber dann das angenommene Minimum noch auf die Hälfte herab, so müſsten die Hagelkörner 1000 F. hoch in die Höhe geschleudert werden, um die obere Wolke zu erreichen, wozu eine Wurfkraft erforderlich wäre, welche schwerlich jemand der Elektricität einer Hagelwolke beimessen wird. Das gewählte Hülfsmittel von noch höheren Wolken, welche die obere der beiden eigentlich wirksamen elektrischen am Herabsinken hindern soll, schwebt ganz eigentlich in den Lüften, und bedarf nach dem so eben Gesagten sicher keiner eigentlichen Widerlegung. Ein nicht sehr bedeutendes Argument liegt ferner in den elektrischen Aeuſserungen der Hagelwolken. Viele Blitze aus denselben verlaufen sich allerdings in den höheren Regionen, und das oben Nr. 16 erwähnte anhaltende Leuchten spricht sogar bestimmt hierfür, allein unleugbar schlagen auch viele derselben auf die Erde, und da die Elektricität bei ihrer Ausgleichung den minder elektrischen Körper durch Null bis zum stärkst negativ elektrischen sucht, so könnte kein Blitz von der unteren Wolke die Erde treffen, so lange sich in gleichem Abstande von ihr eine negativ elektrische Wolke findet. Wollte man aber endlich annehmen, daſs beide Wolken gleich groſs und von gleicher elektrischer Spannung wären, so müſsten sie bei ihrer Vereinigung neutral werden, was auch so ziemlich bestimmt aus Volta's Darstellung des Processes des Hagelns folgt, und dann müſste das Blitzen aufhören, was aber ganz gegen die Erfahrung streitet [1].

Ein Hauptfehler der aufgestellten Theorie liegt offenbar in einer unrichtigen Vorstellung von der eigentlichen Beschaffen-

---

1 Auch Arago hält die Bildung des Hagels zwischen zwei Wolken für sehr zweifelhaft. Ann. Ch. Ph. XXXIII. 420. Annuaire présenté au Roi. pour l'an 1829. Er führt zugleich an, daſs die Luftelektricität bei Gewittern oft aus dem Positiven ins Negative übergeht, was gleichfalls gegen Volta's Theorie streitet, abgesehen davon, daſs kein Physiker je auf Bergen einen solchen Tanz beobachtet hat.

heit der Wolken, und diese wird noch unrichtiger durch den Versuch mit den elektrisirten Scheiben, und den zwischenliegenden Baumwollenflocken. Eine Gewitterwolke von oben herab bei hellem Himmel gesehen gleicht einem weifslichen Meere von Nebel, welcher mit bedeutenden Wallungen in steigenden und fallenden, sich umkreisenden und nach den verschiedensten Richtungen abwechselnd sich bewegenden Wellen wogt. Das Ganze besteht aus lauter kleinen Dunstbläschen, welche in zahlloser Menge neben einander schweben, wie auch die Vorstellung seyn mag, welche man über die Natur derselben hegt. In diesen Massen ist nirgend ein fester Punct oder eine stabile Grenze, und die Annahme einer gröfseren und gröfsten elektrischen Spannung in ihrer Mitte ist nicht blofs durchaus willkürlich, sondern selbst den erkannten Gesetzen vom elektrischen Verhalten der Körper widersprechend. Sollten aber die schon gebildeten Hagelkörner wiederholt von diesen Massen zurückgestofsen werden, so ist gar kein Grund vorhanden, warum nicht jedes einzelne Dunstkügelchen derselben einer gleichen Einwirkung unterliegen sollte, wodurch aber die ganze Wolkenmasse zerstieben müfste, abgesehen dafs nach Volta die Hagelwolken, also auch die Gewitterwolken elektrischen Conductoren gleichen würden, eine durch de Lüc genugsam widerlegte Vorstellung, so wie zugleich davon, dafs nach jedem Blitze die el. Spannung der Wolken momentan aufhört, wonach die noch unvollkommenen Hagelkörner sofort herabfallen müfsten, den schon erwähnten Uebergang in den entgegengesetzt elektrischen Zustand nicht gerechnet. Wird dann ferner das angenommene Verhalten der Hagelkörner im Einzelnen dargestellt, so erscheint die Theorie noch weniger haltbar. Zu diesem Ende wollen wir nur da anfangen, wo das emporgeschleuderte und nachher seiner Elektricität beraubte Hagelkorn wieder gegen die Wolke zurückfällt. Indem sich demselben hier keine Begrenzung darbietet, so mufs es nothwendig in das Innere der Wolke eindringen, oder sich in den neblichen Dunst derselben herabsenken. Dafs sie elektrisch sey, und elektrische Repulsion ausübe, ist in Voraus angenommen. Ihre elektrische Intensität kann aber entweder überall gleich oder sie kann ungleich, und im letztern Falle nach Volta in der Mitte oder, wie es nach dem Verhalten elektrisirter Körper anzunehmen wäre, an den Grenzen am stärksten seyn. In allen diesen Fällen mufs

das angezogene Hagelkorn denjenigen Ort erreichen, wo die Elektricität am stärksten ist; denn ehe es hier mit der einseitigen Elektricität geladen wird, bleibt es allezeit entgegengesetzt elektrisch, welcher von den verschiedenen Theorieen man auch anhängen mag, wie denn auch die Körper von einem Conductor erst dann abgestoſsen werden, wenn sie mit ihm zur wirklichen Berührung gekommen sind. Hat aber das Hagelkorn diese Grenze der stärksten elektrischen Intensität erreicht, und trifft daselbst kein unüberwindliches Hinderniſs, wie bei dem Versuche mit den geladenen Scheiben und kleinen Ballen von Baumwolle oder Hollundermark, so wird es nach allen Seiten, nicht aber, wie ohne allen Grund vorausgesetzt ist, bloſs nach oben abgestoſsen, und muſs daher durch die Schwere und die elektrische Repulsion zugleich afficirt durchaus mit beschleunigter Geschwindigkeit herabfallen, den Einfluſs der Trägheit, wonach es in seiner herabgehenden Bewegung zu beharren strebt, nicht gerechnet. Es scheint mir also als bedürfe es keines weiteren Beweises der gänzlichen Unhaltbarkeit dieser Hypothese[1]. Sie wurde deswegen auch sogleich nach ihrer Bekanntwerdung von einem sehr gelehrten deutschen Physiker, Prechtl[2], mit überwiegenden Gründen angefochten, uud hat sich seitdem hauptsächlich nur in Frankreich und Italien der groſsen Autorität ihres Erfinders wegen in Ansehn erhalten. Prechtl weiset im Allgemeinen die innern Widersprüche nach, daſs nämlich die Sonnenstrahlen über der Wolke eine groſse Trockniſs erzeugen sollen, so daſs die dahin aufwärts geschleuderten Dunstbläschen daselbst durch ihre Verdunstung gefrieren könnten, bei welcher Voraussetzung aber die Wolke selbst aufgelöset werden müſste und noch weniger begreiflich sey, wie die schon gebildeten Hagelkörner in eben jenen Gegenden durch Vereinigung mit dem dort vorhandenen Wasserdampfe zu so groſsen Massen anzuwachsen vermöchten. Insbesondere zeigt Prechtl zugleich die Unmöglichkeit des Emporschleuderns der schon gebildeten Ha-

---

1 Vergl. Bellani in Brugnatelli Giorn. T. X. p. 359. ff. Dieser Physiker versuchte den Versuch der tanzenden Kugeln vom Marke der Sonnenblume zwischen einer Wasserfläche und einer Scheibe nachzumachen, aber umsonst, auch bemerkt er, daſs nach dieser Theorie ein solcher Tanz angezogener und abgestoſsener Körper zwischen der Erdoberfläche und der Gewitterwolke beobachtet werden müsse.

2 Gehlen's Journ. VII. 223.

gelkörner, wie dieses durch die Elektricität der Wolken geschehen soll. Wird die Entfernung zwischen den beiden elektrischen Wolken nur zu 250 Fuſs angenommen, so müſste die untere bei einem Gewichte der Hagelkörner von 10 Unzen eine ganz undenkbare Wurfkraft haben, und noch weniger sey vorstellbar, wie diese Eismassen, aus einer solchen Höhe herabfallend, einen bloſsen Dunst, einen Nebel, zu durchbrechen nicht im Stande seyn sollten. Einige minder erhebliche Gegengründe nicht zu erwähnen nehme endlich Volta an, daſs die Elektricität der Wolken sich fortwährend mehr zerstreue und schwächer werde; da sie im Gegentheil stets zunehmen müsse, um den Tanz der fortwährend wachsenden Hagelkörner anhaltend zu bewirken.

23. Viele Physiker führen die Hagelbildung hauptsächlich auf die groſse Verdampfung zurück, welche die aus den feuchten Wolken niedergeschlagenen Wassertropfen in den höheren sehr trocknen oberen Luftschichten erleiden sollen, eine Ansicht, bei welcher hauptsächlich Leslie's sinnreicher Versuch zum Grunde liegt, daſs man das Wasser im Vacuo der Luftpumpe und durch Anwendung eines den gebildeten Dampf schnell absorbirenden Körpers, durch seine eigene Verdunstung zum Gefrieren bringen kann. J. T. Mayer[1] führte schon frühe die Hagelbildung der Hauptsache nach auf diese Ursache zurück, am vollständigsten aber ist diese Hypothese vorgetragen von dem Verfasser des Artikel's *Grêle* in der Encyclop. Méth., wonach die ganze Erscheinung auf folgende Weise erklärbar seyn soll.

Die Elektricität nebst der durch sie veranlaſsten Verdunstung ist so unbedeutend, daſs sie zwar etwas beitragen, unmöglich aber das ganze Phänomen bedingen kann. Wenn dagegen eine hinlängliche Menge Wasserdampf zu einem Regentropfen vereinigt ist, so wird er die Adhäsion an die Lufttheilchen überwinden, herabfallen, und hierbei eine bedeutende Verdampfung erleiden, welche an sich so viel stärker ist, und eine hierdurch erzeugte so viel gröſsere Kälte hervorbringt, je mehr die Berührungen mit stets neuen Lufttheilchen und die Compression der Luft eine stete Absorption des Dampfes herbeiführen. Die hierdurch gefrornen Regentropfen fahren fort,

---

1 Lehrbuch über die physische Astronomie, Theorie d. Erde und Meteorolog. Gött. 1805. 8. S. 278. u. Hannöv. Mag. 1800. St. 86.

Herabfallen zu verdunsten, hierdurch kälter zu wer- diesemnach gefriert das Wasser, welches sie auf ihrer treffen, in einzelnen Lagen auf ihre Oberfläche, wobei verschiedene leicht erklärbare Ursachen eine kreisen- ung um ihre Axe annehmen, durch welche die Ver- und in deren Folge die Erkaltung gleichfalls wächst. ungen der Hagelbildung werden also erfordert zuerst olke, worin der Hagel entstehen soll, nicht unter ct erkaltet sey, damit die Dunstbläschen sich zu ei- n vereinigen können; und zweitens dafs die Höhe bedeutend genug sey, damit während der langen Fallens die Verdampfung und Kälte den erforderli- erreichen. Etwas anders modificirt und der Hypothese z mehr angepafst könnte dann auch angenommen afs in den oberen Regionen, wo die Temperatur un- frierpuncte ist, eine Wolke existire, in welcher durch interung von Schneetheilchen der Kern der Hagel- det würde, unter derselben aber eine andere, über ct warme, und vielen Wasserdunst enthaltende e. Fiele dann der Kern des Hagelkornes durch die b, so würde er unter Voraussetzung steter Verdam- Erkaltung in Folge des Herabfallens und der roti- egung eine Menge Wasser auf seiner Oberfläche in eln, und dadurch allmälich in ein grofses Hagel- delt werden. Im Winter, wenn die Wolken so gehen, und sich unter denen, worin bei 0°C. Tem- Schnee- und Graupeln-Bildung erfolgen kann, kei- it vielem Wasserdunst gesättigte befinden, kann die g nicht erfolgen, sondern es fällt dann blofs Schnee hagel. Eben diese Hypothese von zwei über ein- lichen Wolken u. s. w. hat de Luc früher aufge- her aber selbst wieder zurückgenommen [2], als er in chen Gebirgen einst ein starkes Hagelwetter unter nd dabei keine höhere Wolke zur Bildung des Kerns . Beiläufig wird dann noch die Meinung derjenigen welche annehmen, der Hagel entstehe dadurch, dafs entropfen beim Herabfallen durch die Verdunstung

erches sur les Modif. de l'Atmosp. §. 714.

sur la Météor. T. II. §. 642.

allmälig gefrören, wonach also der Process gerade der umgekeh des eben angegebenen seyn würde. Es streite nämlich dag gen der Umstand, daſs unmöglich in jenen Höhen Wassertropf von solcher Gröſse entstehen, noch auch so tief herabfallen kön ten, ohne zerstiebt zu werden, und auſserdem müſste die z erst gebildete, das noch flüssige Wasser einschlieſsende, E hülle dieser groſsen Tropfen später zerplatzen, weil das I bei seiner Entstehung ein gröſseres Volumen hat, als das i bildende Wasser. Zu diesen allerdings gegründeten Argume ten möchte ich noch ein neues hinzusetzen, nämlich daſs das I ein schlechter Wärmeleiter ist, so daſs unmöglich während d Herabfallens eines solchen anfänglich gebildeten Hagelko durch die zuerst entstandene Eiskruste soviel Wärme ausström könnte, als erforderlich wäre, um die ganze Masse in Eis verwandeln, und so würde um so eher der vom Verfasser d Artikels angegebene Fall eintreten, daſs man zuweilen solc nicht ganz gefrorene Hagelkörner fände, wovon nirgend e Beispiel vorkommt. Uebrigens könnte Delcros das Zerplatz der von ihm angenommenen groſsen Eiskugeln[1] als eine Fol der Ausdehnung des im Inneren später gefrierenden Wassers a zusehen geneigt seyn.

24. Daſs die Verdampfung des Wassers eine groſse Käl erzeuge, dieses ist aus so zahlreichen Erscheinungen, insbeso dere aus dem interessanten Versuche von Leslie so allgemei bekannt, daſs es keines weiteren Beweises bedarf, aber denno zweifle ich sehr, daſs sich die Bildung des Hagels hieraus allein erklären lasse, wollte man auch den Ort seiner Entstehung noch so hoch und die Luft daselbst noch so trocken annehmen. Setzt man unter mittleren Breiten seine Entstehung in 10000 F. Hö he, so ist der mittlere Barometerstand dort etwa 18 Par. Zol. und jedermann weiſs, daſs selbst über Schwefelsäure unter ei nem Recipienten bei einem solchen Barometerstande kein Was sertropfen in Eis verwandelt werden könnte[2]. Auſserdem aber wird hierdurch die Auflösung des fraglichen Problems nicht be deutend weiter gebracht, denn die Entstehung des Kerns in den Hagelkörnern kann leicht erklärt werden, wenn man zugesteht, daſs die mit Dampf erfüllten Wolken bis zu solchen Höhen g

1 S. oben Nro. 5.

2 Vergl. Bellani in Brugnatelli Giorn. 1818.

n, wo vereinigte Dunstbläschen durch die kalte Tempera-
s Ortes ohnehin alsobald gefrieren müssen. Auf allen
ann man nicht umhin die Vergröſserung der Hagelkörner,
ie eigentliche Bildung der so ausnehmend groſsen Eismas-
ährend ihres Herabfallens geschehend anzunehmen, und
tritt dann die Frage ein, ob die bei diesem Herabfallen
ch stattfindende Verdampfung ohne weitere Bedingungen
cht, die Verwandlung so groſser Wassermassen in Eis
ch zu machen; denn angenommen, daſs der Kern des Ha-
n den oberen Regionen durch Verdampfung gebildet wür-
) müſste er dann alsobald zu fallen anfangen, und also sei-
rgröſserung gleichfalls erst auf seinem Wege zur Erde er-
. Da die durch Verdunstung erzeugte Kälte wirklich sehr
st, so finde ich es sehr natürlich, daſs manche Physiker
agelbildung darauf zurückführen, um so mehr, als ich
gelesen zu haben erinnere, daſs jemand Wassertropfen aus
ziemlichen Höhe herabfallen lieſs, und sie gefroren am
n ankommen sah. Allein dabei war die Temperatur meh-
rade unter dem Gefrierpuncte, und gerade das Wesent-
, nämlich die enorme Vergröſserung des entstandenen
kornes fehlte. Bringt man die Frage auf möglichst ge-
Zahlenbestimmungen zurück, welches allezeit ungleich
ist als eine allgemeine Berufung auf die Wirksamkeit der
kräfte, so bedarf beim Gefrierpuncte ein Volumen tropfbar
ges Wasser 640° C. Wärme, um in Dampf aufgelöst zu wer-
und macht zugleich 75° C. Wärme durch seine Verwand-
n Eis frei. Es ist also hiernach allerdings richtig, daſs im
ltniſs von $\frac{640}{75} = 8,5 \ldots : 1$ die Eisbildung stattfinden, oder
er als $\frac{1}{8}$ Wasser verdampfen wird, um ein als Einheit ge-
s Volumen desselben in Eis zu verwandeln. Denken
s indeſs die Hagelbildung ohne weitere mitwirkende Be-
g in der Hagelwolke und in dem Raume unter ihr vorge-
wie aus der eben angegebenen Erfahrung des de Lüc
so ist die Wolke schon an sich über den Sättigungspunct
asserdampf überladen, und es kann also in ihr keine Ver-
ung mehr statt finden, wie trocken auch die Luft über
en seyn mag, da ein so schnelles Aufsteigen des gebil-
Dampfes in die höheren Regionen, als dieses zur Erklä-
es Processes erforderlich wäre, ganz undenkbar ist, haupt-
h wenn man zugleich berücksichtigt, daſs das Hagelkorn
d. E

sogleich nach der Bildung seines Kernes zu fallen a
Ohnehin aber würde, eine so starke Verdampfung an der
Grenze der Wolke vorausgesetzt, diese vielmehr selbst
löset werden, und überall keine Hagelbildung statt
Dafs aber die Luftschichten unter der Hagelwolke bis zu
oberfläche herab zuverlässig bis zur Temperatur des G
punctes mit Wasserdampf gesättigt sind, dieses wird schv
irgend Jemand in Abrede stellen, zumal da vor den Hag
tern in der Regel eine sehr schwüle und feuchte Dispositi
Luft herzugehen pflegt. Ist aber die Dichtigkeit des W
dampfes in der Atmosphäre diejenige, welche dem Gefrier
des Wassers oder einer höheren Temperatur zugehört, sc
auch keine Aufnahme des von dem eiskalten Hagelkorne
gebenen Dampfes stattfinden. Dieses Argument mufs
richtig verstanden werden. Es ist nämlich allerdings geg
dafs ein Wassertropfen, gegen welchen wärmere und mit
serdampf mehr gesättigte Luft geblasen wird, als dem G
puncte zugehört, unter die Temperatur dieser Luft e
wird, und so könnte man auch sagen, das Hagelkorn
durch die Berührung mit stets wechselnden Luftschichten l
allein in dem angegebenen Falle wird der Wassertropfen b
nehmender Verminderung seiner Temperatur stets kleine
der Hagelbildung dagegen müfste er durch Verwandlung
ihm als Wasser oder Eis enthaltenen tropfbar flüssigen W
in Dampf stets kleiner und kälter, durch Verwandlung
der Luft enthaltenen Dampfes in Wasser oder Eis abe
gröfser werden, und da beide Bedingungen einander auf
so folgt nothwendig, dafs eine Vergröfserung des Hagel
im Fallen durch die Luft unmöglich ist, folglich seine B
in der Wolke selbst vollendet seyn mufs, wobei dann al
so eben geltend gemachte Argument, dafs diese an sic
Wasserdunst übersättigt ist, wieder eintritt.

25. Von Humboldt[1] hat zwar keineswegs eine vo
dige Theorie der Hagelbildung aufgestellt, wohl aber
Vermuthnngen über dieses räthselhafte Phänomen mitg
welche, von einem so erfahrnen Naturforscher kommend,
unbeachtet bleiben dürfen. Vor allen Dingen ist es auff
dafs in der äquatorischen Zone in der Ebene des Meeress

1 S. Reisen d. Ueb. III. 465.

oder in geringer Höhe über diesem letzteren, etwa bis 1800 F., die Erscheinung des Hagelns gar nicht vorkommt. Will man also annehmen, daſs dieses von dem Schmelzen der Hagelkörner in den niederen Luftschichten herrührt, deren mittlere Temperatur indeſs im Sommer nicht höher ist, als unter höheren, dem Hageln unterworfenen Breiten, so scheint hieraus zu folgen, daſs die Hagelkörner im Augenblicke ihres Entstehens an den letzteren Orten gröſser sind, als an den ersteren. Von Humboldt bekennt indeſs, daſs uns die Bedingungen, unter denen das Wasser in einer Gewitterwolke in unserem Klima gefriert, noch zu wenig bekannt sind, um zu beurtheilen, ob die nämlichen auch unter dem Aequator in gleichen Höhen stattfinden. Zugleich bezweifelt er, daſs bei uns der Hagel allezeit in einer Luftregion gebildet werde, deren mittlere Temperatur = 0° C. sey, und deren Höhe bei uns im Sommer nur etwa 9000 bis 10000 F. betrage, vielmehr seyen die Wolken, worin man den Hagel zusammenschlagen höre, allezeit viel niedriger, und gerade in diesen niederen Höhen könne durch die Ausdehnung der aufsteigenden Luft, welche eben dadurch an Wärmecapacität zunimmt, eine auſserordentliche Kälte erzeugt werden, welche noch obendrein durch die Wärmestrahlung aus der oberen Wolkenschicht einen bedeutenden Zuwachs erhalte.

Ueber diese letztere Hypothese, nämlich eine Strahlung der Wärme nach dem leeren Himmelsraume, habe ich mich schon wiederholt erklärt, nämlich daſs sie für unzulässig zu erklären sey, weil wir kein Beispiel haben, daſs ein Körper durch Strahlung, noch obendrein im hellen Sonnenscheine und bei der groſsen Intensität der Sonnenwärme in der dünneren Luft der höheren Regionen [1] unter die Temperatur der Umgebung herabsinke, und obendrein ist dieselbe alsobald unmöglich, als die Undulationstheorie des Lichts die Oberhand erhält, wozu es in diesem Augenblicke sehr den Anschein hat. Daſs aber die durch die Ausdehnung der aufsteigenden Luft absorbirte Wärme eben diese Luftmassen nicht auf eine tiefere Temperatur herabbringe, als diejenige der Regionen ist, in welche sie sich erhebt, dieses glaube ich gleichfalls durch überwiegende Gründe nachgewiesen zu haben [2], auch folgt es schon ganz einfach aus

1 S. *Erde.* Th. III. S. 144.
2 S. *Erde.* Th. III. S. 1038.

dem Argumente, dass wir im entgegengesetzten Falle ke wärmere Luftschichten in grösseren Höhen haben könnten, ren Existenz unmöglich geleugnet werden kann. Hiernach scheinen daher auch diese beiden angegebenen Bedingungen unzulässig zur Erklärung des vorliegenden Problems. A Bellani[1] leitet die Kälte, welche die Bedingung der Hag bildung ist, von einer starken Expansion der Luft ab, al diese soll nach ihm eine Folge der Elektricität seyn, ohne jedoch zugleich angegeben wird, auf welche Weise diese sache jene Wirkung herbeiführen könne.

26. Der scharfsinnige L. v. Buch[2] stellt eine Hypotl auf, welche in ihren Hauptelementen Folgendes besagt. Hagel entsteht dadurch, dafs über stark von der Sonne besch nenen und daher sehr erhitzten Gegenden starke Strömun von Luft und Dampf bis zu beträchtlichen Höhen aufsteig aus denen Wassertropfen niedergeschlagen werden, welche b Fallen so viel mehr verdunsten, je mehr sie aufsteigenden Lu strömungen begegnen, wodurch sie sehr erkalten, gefrie und dann im Fallen durch die Aufnahme des Wasserdunstes Wolken vergröfsert werden. In dieser Ansicht liegt gewifs Wahres, weswegen ihr auch Schübler[3] beitritt; indefs sch nen mir gegen die so grofse erkältende Wirkung der aufsteig den, als warm und feucht so eben angenommenen Luftschich aus den oben mitgetheilten Gründen bedeutende Zweifel h vorzugehen. Indem es nun gewifs höchst schwierig ist, di Problem völlig befriedigend zu erklären, so erlaube ich folgende Hypothese darüber mitzutheilen, welche im Wese lichen auch schon von Franklin[4] und Cotte[5] aufgestellt i

27. Zuvörderst sind die im Frühjahre so häufigen Gr pelschauer durchaus nicht schwer zu erklären, indefs bere ihre Erklärung diejenige vor, welche sich von der eigentlic Hagelbildung geben läfst. Sie finden nämlich am häufigs dann statt, wenn der Erdboden noch die Winterkälte hat, a durch die Strahlen der höher emporkommenden Sonne oberflä

1 Brugnatelli Giorn. T. X. p. 359.
2 Denkschr. der Berl. Ges. d. Wiss. Jahrg. 1818. S. 73.
3 Schweigg. Journ. N. F. XIV. 229.
4 Manch. Mem. II. 357.
5 Journ. génér. de France. 1788. Nr. 95.

lich bedeutend erwärmt wird, so dafs eine nicht unbeträchtliche Menge Wasserdampf in die höheren Regionen aufsteigt, wo noch im Ganzen die kalten winterlichen Luftströmungen herrschen. Einen sehr auffallenden Beweis dieser noch vorhandenen gröfseren Kälte giebt der Umstand, dafs die Nächte dann noch meistens sehr kalt sind[1], und dafs man sowohl am Thermometer als auch an sich eine empfindliche Kälte wahrnimmt, sobald die Sonne durch die dann gewöhnlichen dicken Wolken nur momentan etwas verdunkelt wird. Wegen der im Ganzen herrschenden kalten und trocknen Luft, welche sich im Frühjahre oft auch dann ankündigt, wenn die unteren Luftschichten durch die kräftige Wirkung der anhaltend bei heiterem Himmel erwärmenden Sonnenstrahlen eine höhere Temperatur annehmen, ist die Verdampfung des Wassers von der Erde bei den vorherrschenden Graupelschauern bedeutend stark, und erklärt die bekannte Erfahrung, dafs bei den häufig und zuweilen mehrmals an einem Tage wiederkehrenden Regenschauern der Boden leicht Trockenheit zeigt, und die Vegetation, insbesondere in sandigen Gegenden, nur langsam fortschreitet; denn vieles Wasser geben solche Strichregen insbesondere im nördlichen Deutschlande nicht. Die mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten steigen dann durch ihr geringeres specifisches Gewicht als Folge theils ihrer Erwärmung, theils ihres grofsen Dampfgehaltes in die Höhe, und werden wegen der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit der Luft nicht eher abgekühlt, als bis sie durch einen Windstofs oder das Eindringen der umgebenden kälteren Luftschichten in ihre Masse, bewirkt durch einen partiellen Niederschlag oder eine sonstige Ursache, mit den kältern Luftschichten gemengt sind. In dem Augenblicke, wenn dieses geschieht, erfolgt eine Vereinigung des Wasserdunstes zu Regentropfen, oder zusammenballenden Schneeflocken, welche in der kalten umgebenden Luft zusammensintern, und je nach dem quantitativen Verhältnisse und der niederen Temperatur der beigemischten kalten Luft wird aller Wasserdunst in Graupeln und Schnee, oder Graupeln allein oder Graupeln mit nachfolgendem Regen verwandelt, die ganze Wolke und mit ihr durch Raum-

1 In solchen Zeiten sind Nachtfröste sehr häufig und am meisten zu fürchten, wenn nach den Graupelschauern der Himmel am Abende heiter wird.

verminderung, als Folge des niedergeschlagenen Dampfes obere kalte Luftschicht senkt sich herab, es entsteht ein l dauernder, nicht sehr heftiger Sturm, oft bloſs ein starker V und weil die gefrornen Theile unterwegs nicht lange genug in nicht sehr erwärmten Luftschichten verweilen, so kor sie ungeschmolzen auf die Erde; die erleichterte Wolke sich wieder, kann aufs Neue Dampf anziehen und den l digten Proceſs mehrmals wiederholen. Hieraus erklärt leicht, warum Graupeln auf hohen Bergen und bei milder terung im Winter so häufig sind. Solche Schauer sind al stark elektrisch, liefern aber nur dann einen oder einige w Blitze mit starkem Donner, wenn sie bedeutend groſs sind der Niederschlag nebst dessen Gefrierung schnell erfolgt, wegen dann auf das Graupeln meistens ein starkes Schneeg ber folgt.

28. Der Proceſs der Hagelbildung muſs wohl im G dem angegebenen ähnlich seyn, allein er erfolgt unter an Bedingungen und mit verschieden modificirten Erscheinu Zuerst kann man gegen Hagelwetter absolut oder im hohen (sicher seyn, so lange der Wind lebhaft wehet und die vers denen Luftschichten durch einander mischt, diese Sich würde aber eine vollkommene seyn, wenn das Hagelv allezeit an demjenigen Orte und in denjenigen Luftregione bildet würde, worin seine Wirkungen zum Vorschein kon Es können indeſs in den unteren Luftschichten Beweg stattfinden, welche die oberen nicht afficiren, und auf g Weise zeigt die Erfahrung, daſs schon gebildeter Hagel z len durch heftige Sturmwinde noch Meilenweit fortget wird, ehe er im Fallen die Erde erreicht. Eine zweite Hagelwettern fast allezeit vorausgehende Witterungsdisp(ist eine für die Jahreszeit ungewöhnliche schwüle Hitz meistens hellem Himmel. Viele Kennzeichen machen es nehmbar, daſs die Luft mit Wasserdampf völlig gesätti den sie entweder an dem Orte selbst aufgenommen hat, sich anhaltend ruhig oder in langsamer Bewegung befand welcher aus entfernteren, meistens wärmeren und feuchte genden herbeigeführt wurde. Von diesem hohen Feu keitsgrade der Luft glaube ich auch hauptsächlich das ur nehme Gefühl ableiten zu müssen, welches die meisten schen vor einem starken Gewitter wegen gehemmter A

stung empfinden. Dafs aber die sehr erwärmten und mit Wasserdampf übersättigten Luftschichten aufsteigen müssen, versteht sich von selbst, und da dieses über ausgedehnten Strecken geschieht, so erklärt sich hieraus das den Hagelwettern meistens vorausgehende und der Stärke derselben in der Regel proportionale Sinken des Barometers. Um die Wirkung dieser Ursache auf bestimmte Zahlengröfsen zurückzubringen, wollen wir die Ausdehnung der Luft durch Wärme ganz vernachlässigen, weil diese sich auch auf gröfsere Entfernungen erstrecken kann, und blofs den Einfluss des Wasserdampfes in Rechnung nehmen. Es sey zu diesem Ende die Höhe, bis zu welcher diese Wirkung sich erstreckt = 10000 F. nach der oben Nr. 25. mitgetheilten Annahme v. HUMBOLDT's, und die Temperatur von dort an bis zur Erde von 0° bis 30° C. zunehmend; es ist ferner[1] die Dichtigkeit des Wasserdampfes für diese Temperaturen gegen Luft = 0,003005 und 0,023113, die Elasticität aber = 0,1282 und 1,0963, aus beiden das arithmetische Mittel also = 0,013059 und 0,6123. Das Product aus der Elasticität und Dichtigkeit genommen und mit der trockenen atmosphärischen Luft verglichen, giebt an, um wieviel die feuchte Luft leichter ist, und mit welcher Geschwindigkeit sie daher aufzusteigen strebt. Das Verhältnifs jener Gröfsen giebt 0,0002856, als um welchen Theil die mit Wasserdampf gesättigte Luft leichter ist, und wenn wir dann weiter mit genäherter Bestimmung annehmen, dafs die umgebenden Luftmassen nur bis zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigt sind, so wird die eben gefundene Gröfse auf die Hälfte herabgehen. Die Geschwindigkeit, womit eine Flüssigkeitssäule in einer andern aufzusteigen oder herabzusinken strebt, wird aber nach der Formel $c = n\sqrt{4gh}$ gefunden[2], wenn c die Geschwindigkeit in 1 Secunde, g den Fallraum in derselben Zeit, h die verticale Höhe, alles in Pariser Fufsmafs, und n den Dichtigkeitscoefficienten bezeichnet. Setzt man für n den gefundenen Werth, g = 15 F. h = 10000 F. wie hypothetisch angenommen ist, so wird c = 0,1106 F. als diejenige Geschwindigkeit gefunden, womit die Luft aufzusteigen das Bestreben hat. Die hiernach aufgefundene Steigkraft der Luft, wenn wir dieses so nennen wollen, kann und wird in den bei

---

1 S. *Dampf.* Th. II. S. 386 u. 351.

2 S. unter *Heizung.* Nr. 31.

weitem meisten Fällen noch bedeutend vermehrt werden durch die in Folge erhöheter Temperatur stattfindende Ausdehnung; dafs sie aber nicht als wirkliche Bewegung realisirt werden könne, dieses versteht sich von selbst, weil sonst unter der angenommenen Luftsäule ein Vacuum entstehen müfste. Soll dieses Aufsteigen also wirklich stattfinden, so mufs unten von irgend einer oder von allen Seiten her die Luft zuströmen, und aus diesen Strömungen leite ich die einzelnen aufsteigenden, Staub, Kräuter u. s. w. mit sich nehmenden Wirbelwinde her, welche man zur Zeit der herrschenden Gewitter so oft wahrzunehmen pflegt und als Folgen der Elektricität ansieht, obgleich diese letztere die Körper geradlinig anzieht und abstöfst, auch kein Grund vorliegt, welcher plötzlich an irgend einer Stelle der Erdoberfläche so viele Elektricität zu erzeugen vermöchte, dafs dadurch nicht selten bedeutende Massen in die Höhe gehoben würden, indem sonst vielmehr die Elektricität aus der Luft sich über die Erdoberfläche zu verbreiten das Bestreben zeigt. Hieraus wird es dann endlich auch erklärlich, dafs in den unteren Regionen mäfsig starke Luftströmungen stattfinden können, obgleich in gröfseren Höhen über der Erdoberfläche eine gänzliche Ruhe herrscht.

29. Hiernach kann also ohne irgend einen, auch nur scheinbaren Gegengrund angenommen werden, dafs bedeutend erwärmte und mit Wasserdampf gesättigte Luftmassen allmälig zu beträchtlichen Höhen emporsteigen. Dafs solche in höheren Regionen oft wirklich vorhanden sind, ist übrigens nicht blofse Hypothese, sondern Thatsache. Aufserdem, dafs gewifs jeder aufmerksame Beobachter beim Ersteigen nur mäfsig hoher Berge oft bedeutend erwärmte Luftschichten, hauptsächlich des Abends, angetroffen hat, erwähnt Brandes[1] seine Wahrnehmungen solcher warmen Luftschichten durch die Strahlenbrechung in denselben, und eben diese bringen dann auch die Verdoppelung der Bilder in der Luft hervor, welche nicht selten bald an der einen, bald an der andern Stelle wahrgenommen wird[2]. Auf La Perouse's Reise fühlten sich die Matrosen im Mastkorbe wiederholt von glühend heifsen Dünsten umgeben, welche wie-

---

1 Beobachtungen über die Strahlenbrechung. Oldenb. 1807. 4. S. 46.

2 Brandes a. a. O. S. 121. u. bei G. XVII. 176.

der verschwanden, aber nach 1,5 Minuten etwa wiederkehrten, und diesemnach in einzelnen Massen vorhanden seyn mufsten; es folgte eine Wetterveränderung auf dieses Phänomen [1], und auch GARNERIN berichtet, dafs er bei seinem aërostatischen Aufsteigen am 28sten Juni 1802 mit Capt. SNOWDON in den oberen Regionen sehr warme Luftschichten getroffen habe [2]. Was aber im Einzelnen so häufig vorkommt, kann auch im Grofsen noch leichter stattfinden, ohne deswegen oft beobachtet zu werden, und man darf daher das theoretisch so wohl begründete Aufsteigen der stark erwärmten und mit Dünsten überladenen Luftschichten über feuchten, mehrere Quadratmeilen einnehmenden Strecken immerhin als Thatsache annehmen. Wegen der schlechten Wärmeleitung der Luft können diese Massen nur an den Grenzen abgekühlt werden, in sich selbst aber werden sie die höhere Temperatur und den grofsen Gehalt an Wasserdampf beibehalten. Wie hoch solche Massen sich erheben ist zwar nicht genau bestimmbar, allein wenn die schwüle Hitze lange anhält und die Windstille längere Zeit dauert, so ist es kaum anders möglich, als dafs sie sich weit über die Schneegrenze, folglich in Gegenden erheben, deren mittlere Temperatur tief unter dem Gefrierpuncte liegt. Dabei ist keineswegs erforderlich, dafs diese Luftmassen ganz unbeweglich mehrere Tage stehen bleiben, vielmehr ist es aus vielen Gründen sehr wahrscheinlich und zur Erklärung der Phänomene nothwendig anzunehmen, dafs sie sich langsam über weite Strecken, und *zuweilen* in der Art bewegen, dafs an dem Orte der ursprünglichen Bildung stets neue solche Massen aufsteigen. Wie würde es sonst möglich gewesen seyn, dafs bei dem grofsen Hagelwetter im Jahre 1788 eine Strecke von mehr als 100 Lieues durch Hagel verwüstet wurde, wenn man voraussetzen wollte, die gesammte Menge sey aus einer einzigen fortbewegten Wolke herabgefallen, und nicht vielmehr, dafs die atmosphärischen Bedingungen zur Bildung einer so enormen Menge Hagels schon vorher über der ganzen Strecke verbreitet gewesen wären, in denen dann der Niederschlag schnell nach einander erfolgen mufste.

30. In diesen gewifs nur allzuwohl begründeten Bedin-

1 Voyage autour du Monde. II. 389.
2 G. XVI. 26.

gungen liegen übrigens die sämmtlichen Elemente zur Erklärung der so oft untersuchten furchtbaren Naturerscheinung, wie die folgenden Betrachtungen näher nachweisen werden. Die aufsteigenden Luftmassen müssen durch ihre Ausdehnung bei vermindertem Drucke von ihrer Temperatur allerdings verlieren, allein ihre Wärme bleibt allezeit gröſser, als die der umgebenden Luftmassen. Was vorerst den enthaltenen Wasserdampf betrifft, so sind die Gesetze seines Verhaltens zur Erzeugung der bekannten atmosphärischen Processe sehr geeignet. Zuvörderst kann der Wasserdampf nicht füglich in solche Höhen gelangen, daſs die Elasticität der Luft geringer wäre, als seine eigene; je höher derselbe aber gehoben wird, um so gröſser ist seine Menge im Verhältniſs zur Luft, da die Menge des in einem gegebenen Raume enthaltenen Wasserdampfes unter jedem Luftdrucke dieselbe ist [1]. Wird aber die Temperatur vermindert, so erfolgt dennoch keineswegs sogleich ein Niederschlag, wenn der Dampf nicht mit einem die Wärme leicht aufnehmenden dichten Körper in Berührung kommt, vielmehr kann sich derselbe lange bei einer hohen Temperatur erhalten, wie sich in Brauhäusern, Salzsiedereien u. s. w. zeigt, und hierauf beruhet hauptsächlich die hohe Wärme, welche nach obigen Angaben in höheren Regionen oft beobachtet ist. Sinkt die Temperatur herab, so wird die Dichtigkeit des Dampfes vermindert, und ein proportionaler Theil seiner freien Wärme zur Erzeugung dieser gröſseren Expansion verwandt [2], bis er für den gegebenen Raum und die vorhandene Wärme das Maximum der Dichtigkeit erreicht hat, welches diesemnach also bei fortgesetztem Aufsteigen nothwendig endlich überschritten werden muſs, wenn nicht stets hinzukommende trockene Luftschichten ihn aufnehmen. Nach überschrittenem Maximum der Dichtigkeit folgt dann aber nicht sogleich ein Herabfallen des wässerigen Niederschlags, sondern es entsteht Dunst [3], welcher sich in der Gestalt dichterer oder dünnerer Wolken eine geraume Zeit schwebend erhält, und die nachfolgenden Hydrometeore hauptsächlich bedingt. Schwieriger ist die Entscheidung der Frage, ob die aufsteigende und dadurch stets dünner werdende Luft

1 S. *Dampf.* Th. II. S. 403.
2 S. Ebend. S. 301.
3 S. diesen Art. Th. II. S. 644.

eben hierdurch kälter wird, als die in gleichen Höhen befindliche, oder ob sie wärmer bleibt. Es wird gewiſs mehrere Physiker geben, welche wegen der bedeutenden, durch Compression der Luft ausgeschiedenen, umgekehrt also durch ihre Expansion latent werdenden Wärme der ersteren Meinung zugethan sind, inzwischen habe ich schon im Art. *Erde* [1] aus überwiegenden Gründen dargethan, daſs die aus den niederen Regionen aufsteigende Luft durch Expansion nicht bis zu derjenigen Temperatur erkaltet, welche jener Region zugehört, wohin sie aufgestiegen ist. Wir müssen uns also denken, daſs die aus den angegebenen Gründen emporgehobenen Luftmassen sowohl oben als auch seitwärts von anderen kälteren umgeben sind, und sich in ihnen ruhend oder langsam bewegt erhalten, weil wegen Windstille keine Mengung derselben erfolgt, und sie wegen schlechter Leitung ihre Wärme an die Umgebung nicht abtreten. Diese hoch emporgehobenen Luftmassen sind dann das Materiale der Hagelwolken, ohne diese letzteren selbst zu seyn, welche allerdings weit niedriger angetroffen werden, und eben dadurch das ganze Phänomen so schwer zu erklären machen. Allmälig geben nämlich diese Luftmassen von ihrer höheren Wärme insbesondere an die sie begrenzenden höheren und sehr kalten Luftschichten ab, die feinsten Dünste werden niedergeschlagen, geben dem oberen, vorher dunkelblauen, Himmel ein trübes, milchiges Ansehen, und es erzeugen sich die in sehr groſsen Höhen befindlichen zarten und flockigen *Wolken*, welche zuweilen schon einige Tage vorher Vorboten der Gewitter sind. Da ferner diese Magazine für die Hagelwolken über ausgedehnten, selbst hundert und mehrere Hunderte von Quadratmeilen einnehmenden Strecken sich befinden, so muſs das Barometer örtlich allmälig sinken, weil die Luftmassen, vermöge ihrer Leichtigkeit, das Bestreben haben, in die Höhe zu steigen, ohne daſs dennoch bei ihrer Elasticität die umgebenden Luftmassen in sie eindringen, und das Entstehen der Winde veranlassen.

31. Der hier beschriebene Zustand, eigentlich ein unnatürlicher, dauert längere oder kürzere Zeit, zuweilen mehrere Tage, und es sind so viel schwerere Gewitter zu erwarten, je länger die Dauer desselben ist. Verschiedene Ursachen können

---

1 S. Th. III. S. 1048 ff. hauptsächlich S. 1064. N. 8.

die Aufhebung desselben herbeiführen, welche ohnehin ei nothwendig erfolgen muſs, und je rascher und gewaltsamer d Katastrophe herbeigeführt wird, desto verheerender müssen Wirkungen des in Hagel verwandelten Dampfes seyn. N dem nämlich an der oberen Grenze der angenommenen L masse schon einiger Niederschlag erfolgt ist, wie aus der T bung der Atmosphäre in jenen bedeutenden, bis 18000 ja mehr als 20000 F. hinaufgehenden Höhen und den daselbst bildeten feinen Wolken ersichtlich wird, so muſs durch hieraus folgende Raumesverminderung ein Herabstürzen oberen, empfindlich kalten Luftschichten herbeigeführt wer Wie hoch die mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten l aufgestiegen seyn mögen, ist zwar noch in keinem bestimn Falle durch die Erfahrung ausgemittelt, allein wir besit Thatsachen genug, welche mindestens genäherte Bestimmun zulassen. Denken wir uns vorerst die ganz feinen, gleich b Anfange des Niederschlags entstandenen Wolken in der ange benen Höhe, so befinden sie sich in einer Temperatur — 20° C., wenn man mit v. Humboldt unter den mittle dem Hagel ausgesetzten Breiten, also etwa in unsern Gegen den Gefrierpunct in 10000 F. Höhe setzt, und dann für Toisen 1° R. Wärmeverminderung annimmt[1], was gewiſs jene Höhen eher zu wenig, als zu viel ist. Daſs sich abe so niederer Temperatur Wasserdampf als solcher befinden, er aus dem schon gebildeten Eise durch Verdampfung entste und an einem anderen Orte wieder in Eis verwandelt wei könne, ist durch Beobachtung gegeben. Man weiſs näm nicht bloſs, daſs das Eis bei jeder auch noch so geringen bekannten Temperatur verdunstet, sondern ich selbst sah e den Dunst von Eis bei —8°,75 C. sich an eine bis — 10 erkältete Fläche zuerst in tropfbar flüssiger Gestalt anlegen, unmittelbar danach gefrieren[2], und auſserdem beweisen di der grimmigen Kälte der Polargegenden gebildeten Eiskryst welche bei übrigens heiterem Himmel den Staubschnee erzeu und die Entstehung der Nebensonnen bedingen, die Mögl keit der Schnee- und Eis-Bildung in der möglichst niedr

1 S. *Erde*. Th. III. S. 1019.

2 Meine Physikal. Abhandl. Gieſs. 1816. S. 112. Vergl. el S. 64.

Temperatur. Aus der von mir gemachten Beobachtung geht ferner hervor, dafs der niedergeschlagene Dampf bei einer Temperatur von 0° oder unter diesen nicht blofs keineswegs sofort in Eis verwandelt werde, sondern dafs er sich auch noch in weit gröfserer Kälte eine kurze Zeit im tropfbar flüssigen Zustande erhalten könne, was mit andern Erfahrungen genau übereinstimmt, bis das hiernach gebildete Wasser gefriert, und das somit entstandene Eis, der hierdurch entbundenen Wärme ungeachtet, namentlich durch die unausgesetzte Verdampfung, sehr bald wieder auf die Temperatur der Umgebung herabgeht. In dem Augenblicke aber, als die Niederschläge des Dampfes erfolgen und die ersten Eiskrystalle gebildet sind, werden diese, insbesondere wenn sie in einer sehr kalten Umgebung auf eine niedrige Temperatur herabgehen, die ohnehin schon tief erkalteten Wassertheilchen anziehen und hierdurch an Volumen zunehmen, wobei namentlich die ersten schon gebildeten Schneekrystalle sich zu dem Kerne der Hagelkörner zusammenballen. Je rascher von nun an, und in je gröfserer Menge der Niederschlag erfolgt, um desto mehr wird der Raum der Luft vermindert, woraus sich das dann erfolgende plötzliche Fallen des Barometers erklärt. Es ist oben Nr. 28. angegeben, dafs der Sättigungszustand der Atmosphäre von 0° C. bis 30° C. eine Anwesenheit von Wasserdampf in derselben voraussetzt, dessen Menge 0,0002856 des gesammten Luftvolumens beträgt, und welchem eine Barometerhöhe von 0,6123 Z. entspricht. Ist dieser von der Erdoberfläche bis zu 10000 F. Höhe vertheilt, und gehört der ersteren Grenze 28 Par. Z., der letzteren 18 Z. Barometerhöhe zu, so ist für genäherte Bestimmungen das arithmetische Mittel hiervon = 23, und 0,6123 : 23 oder 0,02662 ist derjenige Theil, um welchen die Luftmasse durch den Niederschlag des in Dampfgestalt vorhandenen Wassers vermindert wird, wenn wir die Masse des letzteren als unbedeutend vernachlässigen. Es läfst sich demnach so ansehen, als würde aus der 10000 F. hohen Luftmasse eine Schicht von 266 F. Höhe weggenommen, und dadurch ein Sinken des Barometers um 0,6123 Par. Z. herbeigeführt. Weil aber ein Niederschlag des gesammten Wasserdampfes der Natur der Sache nach nicht erfolgen kann, das Barometer aber, wenn es auch vorher schon nach obiger Angabe um 0,6123 Z. gesunken war, bei der Hagelbildung dennoch zuweilen um eben so viel oder noch mehr sinkt,

so folgt hieraus, dafs die Menge des Wasserdampfes in der mosphäre die angenommene noch übersteigt, und er daher n zu bedeutenderen Höhen, als die festgesetzte, aufgehoben s mufste. Es genügt indefs, bei diesen hypothetischen Größ einstweilen stehen zu bleiben.

32. Die angegebene Raumes-Verminderung afficirt sowohl die oberen als auch die unteren Luftmassen, und be werden dadurch zur Bewegung sollicitirt werden, die erste herabzusinken, die letzteren aufzusteigen; beide aber wer durch ihre Trägheit diesem Antriebe widerstehen. Berücksi tigen wir diesen Effect in Beziehung auf die unteren Luftschi ten allein, so hat dieses ein Sinken des Barometers zur Fo nebst einem wirklichen Aufsteigen der unteren Luftschicht wonach die Hagelkörner gleich nach ihrer Bildung nebst Luft in die Höhe gehoben werden, und diesemnach länger der kalten Umgebung verweilen, als aufserdem der Fall s würde, wenn sie sogleich beim Entstehen herabfielen. El dieses hat dann zur Folge, dafs in den unteren Schichten I von Aufsen herbeiströmt, um die aufsteigenden Massen zu setzen, eine Wirkung, welche sich durch die nach allen Sei hin wehenden Winde vor dem eigentlichen Ausbruche des I gelwetters ankündigt. Das Gewicht der unter den angezeig Bedingungen stets wachsenden Hagelkörner nimmt zu, ihre W ken, die sich nach der Richtung der in den unteren Regionen zeugten Luftbewegungen bald hierhin, bald dorthin bewegen k nen, stets unter den verschiedenen Strömungen der stärkeren I gend, ohne dafs ihr Zug derjenige ist, welchen sie später nehm sinken zuletzt herab, ziehen diesem gemäfs die oberen Li schichten nach sich, welche an sich kälter und schwerer d wieder ein Steigen des Barometers veranlassen können und a wirklich so oft veranlassen, dafs Einige dieses als eine best dige Erscheinung stark heranziehender Gewitter betracht Die sehr kalten und trockenen oberen Luftschichten stürzen in die unteren, der Wind nimmt die Richtung von jenen und wird aus begreiflichen Gründen zum Orkane [1], die Hag körner wachsen durch dieses Herabsinken der kalten Luft die durch sie herbeigeführte Verdunstung, sie erreichen Gröfse, die wir an ihnen bewundern, und gelangen auf

1 Vergl. Art. Wind.

Erdboden, wenn gleich die ersten herabfallenden durch die bis zu einer mäſsigen Höhe über der Erdoberfläche noch dauernde Wärme ganz, die späteren bloſs an ihrer Oberfläche etwas schmelzen. Der Anfang dieses Herabfallens oder des wirklich ausbrechenden Hagelwetters geschieht da, wo die vorbereitenden Ursachen den stärksten Effect erzeugt hatten, also die meisten und schwersten Hagelkörner gebildet waren, weswegen auch die zuerst getroffenen Gegenden die gröſste Beschädigung erleiden, die umgebenden Grenzen aber nur durch wenigen und kleinen Hagel heimgesucht werden, welcher auf weitere Entfernungen ganz verschwindet. Endlich bedarf es kaum einer Erklärung, warum die Hagelschauer allezeit so vorzugsweise nach der Länge ausgedehnt sind, indem dieses aus der Heftigkeit des entstehenden Sturmwindes und dem Zusammenflieſsen der umgebenden Luftschichten in denjenigen Raum, wo der Hagel zuerst herabzusinken anfängt, von selbst folgt.

33. Die auf anerkannte Thatsachen gestützte, hier mitgetheilte Erklärung eines so vielfach besprochenen Naturphänomens scheint mir völlig genügend, und ich wüſste nicht, welche Einwendungen dagegen vorzubringen seyn möchten. Daſs man diese ältere Ansicht aufgegeben und wieder zur Elektricität seine Zuflucht genommen hat, wie noch ganz neuerdings geschehen ist[1], geschah hauptsächlich aus zwei Gründen, nämlich zuerst, weil de Lüc und Andere die Hagelwolken in nicht so bedeutenden Höhen beobachteten und es allgemein bekannt ist, daſs sie nicht über hohe Berge wegzuziehen pflegen, und zweitens, weil nach einigen Beobachtungen die Luft in höheren Regionen sehr trocken gefunden ist. Rücksichtlich dieses letzteren Argumentes zeigen die den Gewittern vorausgehenden feinen Wolken in unglaublich groſsen Höhen gegen jede Einrede evident einen dort herrschenden, den Sättigungspunct mit Wasserdampf übersteigenden Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, daſs aber die höheren und umgebenden Luftmassen sehr trocken sind, dieses ist eben der Hagelbildung vorzüglich günstig und wird in der aufgestellten Hypothese als nothwendige Bedingung der Verdampfung und dadurch erzeugten Kälte angenommen[2].

---

1 Bibl. univ. XXXIII. 51 ff.

2 Vergl. *Atmosphäre.* Th. I. S. 468.

Das erste Argument fällt aber von selbst weg, da wirkli bildeter Hagel nie in grofsen Höhen angenommen wird, s nur die Elemente desselben, nämlich tief unter dem G punct erkalteter Wasserdunst, welcher herabsinkt, die sel ten Luftmassen der höheren Regionen nach sich zieht, u her erst in der Tiefe sich zu den grofsen Eismassen ve Diejenigen, welche annehmen, der Hagel entstehe in de dern Wolken aus den Bestandtheilen derselben, dürften i fser Verlegenheit seyn, diese Hypothese auf das grofse sieben geographische Meilen sich erstreckende Hagelwe Hannover, oder gar auf dasjenige Hagelwetter anzuw welches 1788 in zwei parallelen Streifen sich über me hundert Lieues ausdehnte. Es ist ganz unmöglich, da hierzu erforderliche Wasser in einer solchen ruhigen Lu enthalten seyn sollte, und obendrein hätte der allezeit b fsen Hagelwettern stattfindende Sturm gar keinen Grund, unmöglicher aber ist es anzunehmen, dafs eine einzige W durch den Wind bis auf 100 Lieues Entfernung fortget alle jene Eismassen ausschütten sollte. Erklärlich werde Phänomene nur dadurch, dafs wir annehmen, die mit W dampf übersättigten Luftschichten steigen in grofser Ausde auf, werden durch schwache Luftströmungen, mitunter den höheren Regionen, umgebogen, über weite Strecke geführt, und erst dann, wenn ein Niederschlag in ihnen wodurch beträchtliche Raumverminderung herbeigeführt und die umgebenden Luftmassen eindringen, sinken sie und die Hagelbildung nimmt auf die angegebene Weise Anfang. Bei weitem der schwierigste Theil derselben, n die Erzeugung einer zur Bildung der grofsen Eismassen lichen Kälte, folgt aus den angegebenen Bedingungen von Bei dem Hagelwetter in Hannover sank das Thermomet höchste Temperatur des Tages und die geringste nach de len des Hagels gerechnet, von 25° R. bis 5° R. hera wenn man also annimmt, dafs diese letztere nach dem I mene der unteren Luftschicht zugehörte, dann aber fü 100 Toisen Erhebung 1° R. Wärmeverminderung rechn kommen auf 10000 F. Höhe, als wohin man die ersten El der Hagelbildung zu setzen keinen Anstand nehmen 16°,7 R. Temperaturverminderung, wonach in jener Hö Wärme — 11°,7 R. betragen mufste. Man wird hiergege

zwenden, dafs diese Temperatur erst nach der Hagelbildung ttfinde, welche vielmehr derselben habe vorausgehen müssen; on wenn der Hagel herabgefallen ist, und die kälteren Luftssen, in denen er gebildet wurde, mit ihm herabgesunken d, dann erst lernen wir die Temperatur kennen, in welcher ne Elemente so sehr abgekühlt wurden, dafs sie sich zu solen Eismassen vereinigen konnten, und hierzu scheint mir die genommene Kälte allerdings hinreichend, obgleich aus der gebenen Darstellung folgt, dafs die ersten Keime in noch älterer Luft gebildet und dadurch fähig werden können, von m ohnehin schon sehr kalten Wasserpartikeln eine grofse asse durch Gefrieren um sich zu vereinigen. In diesen Bengungen liegen dann ferner die Gründe, warum es unter dem quator in einer Höhe von 1800 F. über der Oberfläche des eeres nicht hageln kann. Dort herrscht nämlich zuerst der ständige Ostwind, welcher nebst der stärkeren Abkühlung rch die längeren Nächte und dem steten regelmäfsigen Aufsigen der erwärmten Luftschichten eine zur Hagelbildung erderliche Stagnation der Luftschicht gestattet. Sollte aber durch ches Aufsteigen der mit Dampf gesättigten Luftmassen die Habildung wirklich eingeleitet und in hohen Regionen Hagel hon gebildet seyn, so sind die begrenzenden Luftschichten viel u warm und die zwischen den in der Höhe erkalteten Luftchichten und der Erde liegenden Luftmassen viel zu grofs und sehr mit Wasserdampf erfüllt, als dafs sie durch die herabkenden so weit abgekühlt werden könnten, um bei ihrem grometrischen Zustande und der dadurch unmöglichen starken dampfung den entstandenen Hagel nicht zu schmelzen. In eren Breiten dagegen kann durch die Einwirkung der Sonstrahlen die mittlere Temperatur allerdings derjenigen unter Linie gleich kommen, ohne dafs die Wärme der Luftchten bis zu einer so bedeutenden Höhe reicht, auch sind angrenzenden Luftmassen kälter und erniedrigen durch ihr strömen die Temperatur mehr, als dieses unter der Linie glich ist. Endlich bleibt unter höheren Breiten der Erdbon, namentlich in bergigen und Wald-Gegenden, schon durch s aufgenommene Schneewasser selbst im höchsten Sommer deutend kälter, und wenn daher gleich die Erdoberfläche d die sie berührenden Luftschichten sehr heifs werden, so n doch ungleich leichter eine Abkühlung dadurch erfolgen,

dafs der kältere Erdboden die Wärme sehr schnell wie anzieht[1].

Manche Nebenbedingungen und zufällig begleitende U stände der Hagelbildung glaube ich nicht besonders in die nehin ausführliche Erklärung des Phänomens ziehen zu mü Dahin gehört, dafs die gröfseren Hagelkörner nach der an nommenen Theorie aus mehreren kleineren bestehen, deren sammensinterung von selbst erklärlich ist, ferner dafs statt der Hagelkörner mit einem Kerne füglich auch blofse Eiss entstehen können. Ueberhaupt kann der ganze Procefs in gerer, füglich aber auch in sehr kurzer Zeit geschehen, und lich ist es gewifs oft der Fall, dafs sich unter der Luftsch worin die Hagelbildung vor sich geht, noch eine andere b det, welche daran keinen Antheil nimmt, wie denn e auch die ersteren aus ziemlich grofser Entfernung mit la merer oder schnellerer Luftbewegung an denjenigen Ort ge gen können, wo das Hagelwetter zum Ausbruche komm les dieses und mehreres andere versteht sich ohne weiter läuterung so ziemlich von selbst, auch bemerke ich blofs Allgemeinen, dafs die Elektricität Wirkung und nicht Ur der Hagelbildung ist[2]. *M.*

Hagelableiter.

Paragrêle; *Paragrele*, *Protector from Hail.*

Welchen unermefslichen Schaden grofse Hagelwetter richten, dieses ist so ziemlich einem jeden aus eigener E rung mehr oder minder genau bekannt, und kann aufserdem den im vorausgehenden Artikel mitgetheilten Beschreibun solcher Naturphänomene leicht geschlossen werden. Un vieler Beispiele nur eins zu wählen, will ich gröfserer Bes heit wegen anführen, dafs nach amtlicher Schätzung bei nen grofsen Hagelwetter in Frankreich im Jahre 1788 der den fast 25 Mill., bei den übrigen gleichfalls in Frankrei demselben Jahre des Steuer-Erlasses wegen amtlich taxirten W

---

1 Sollte einiges in dieser Theorie noch mangelhaft erschei so wird dieses in den Artikeln *Regen*, *Wind* ergänzt werden.

2 Vergl. Art. *Gewitter*. Desgl. Brandes Beiträge zur Witter kunde. Leipz. 1820. 8. S. 285 ff.

..n durch Hagel aber noch über 8 Mill., also im Ganzen ..6 Liv. betrug, wobei noch bemerkt wird, dafs diese ..ung weit unter dem wirklichen Betrage sey, weil die ..e nicht geneigt seyn konnten, den Ertrag ihrer Felder ..er ganzen Gröfse anzugeben. Nichts ist daher natürli.. dafs man auf Mittel dachte, solchen Unglücksfällen ..gen, und dieses um so mehr, je näher die Hagelwet..en Gewittern zusammenhängen, deren verderblichen ..n auf Gebäude Franklin so sinnreich zu begegnen In sofern es sich aber bei jedem Vorschlage zu Hagel.. von einem Phänomene handelt, welches auf unwan.. Naturgesetzen beruhet, so kann vernünftiger Weise ..er blofs nach eigenthümlichen Meinungen oder nach ..n gemacht werden, mit der Forderung, dafs die Er..rst entscheiden müsse, ob derselbe zweckmäfsig sey, ..t. Die blofse Erfahrung ist ohnehin bei solchen zu..setzten und nach keiner bestimmten Regel in festge..rminen erfolgenden Naturerscheinungen ein höchst .. Prüfungsmittel, insofern wir Fälle in Menge haben, ..he Gegenden oft in nahen Perioden wiederholt durch ..ngesucht wurden, und später ohne irgend einen auf.. Grund viele Jahre verschont blieben. Wollte man ..fsen, dieses sey der Erfolg irgend eines des blofsen ..wegen angewandten Mittels, so wäre dieser Schlufs ..lerhaft, und man müfste namentlich in dem oben Art. .. 12 angeführten Falle annehmen, die Hagelwetter ..h Bannung von jenen Gegenden entfernt worden, was .. zum Scherze der leichtgläubigen Menge aufgebürdet läfst sich aber namentlich bei den Blitzableitern bis ..z darthun, dafs sie die beabsichtigte Wirkung, näm..tanen Schutz gegen einen Blitzschlag, hervorzubrin..aus im Stande sind, und mit eben dieser Gewifsheit ..gt werden, dafs keiner der vielen Vorschläge zur Ab.. des Hagels irgend einen Erfolg hervorzubringen ver.. ..e natürlich wirkenden Schutzmittel, also mit Aus..r hierher nicht gehörigen geweiheten Kräuter, Glok.. geheiligten und Zauberformeln u. s. w. sollen auf eine Weise ihre Kraft äufsern, entweder durch Entziehung cität, oder durch mechanische Erschütterung der Luft- oder endlich durch einen chemisch zersetzenden Ein-

flufs auf das Mischungsverhältnifs der atmosphärischen Luft. Bei den ersten wird vorausgesetzt, dafs die Elektricität eine Ursache der Hagelbildung sey. Aus den im Art. *Hagel* mitgetheilten Untersuchungen folgt aber, dafs sie vielmehr als eine Folge davon betrachtet werden müsse, wie denn auch manche Gewitter eine unglaubliche Menge Elektricität entbinden, ohne Hagelbildung zu zeigen. Gesetzt aber auch die Elektricität wäre zur Entstehung des Hagels unumgänglich nothwendig, so ist bekannt, dafs die Blitzableiter, wie viele deren auch in einer Stadt beisammen sind, ebenso wenig als die Baumspitzen der gröfsten Wälder, den Gewittern die Elektricität entziehen, sondern blofs ihre Explosionen für den individuellen geschützten Ort durch Ableitung unschädlich machen. Endlich aber ist nach vielfachen Erfahrungen der Hagel oft ganz entschieden schon gebildet in der Wolke enthalten, und wird durch heftige Sturmwind auf entfernte Strecken, selbst Stunden- und Meilenweit fortgeführt, kann daher unmöglich an denjenigen Orten durch Entziehung der El. wieder vernichtet werden, wo er seine Verheerungen anrichtet, und dieses Schutzmittel müfste daher eine Ausbreitung über ganze Continente und Inseln erhalten, ja sogar sich weit in das Meer hinein erstrecken, wenn die Wirkung desselben sicher seyn sollte, wonach aber jeder Vorschlag an der Unmöglichkeit der Ausführung scheitert. Die Schutzmittel der zweiten Classe, nämlich diejenigen, welche eine Erschütterung der Luft und eine Mengung der verschiedenen Schichten erzeugen sollen, als heftige Explosionen, ferner grofse Feuer auf Bergen, welche durch die Erhitzung der Luft aufwärts steigende Luftströmungen hervorbringen sollen u. dgl., versprechen ungleich sicherere Effecte. Es ist nämlich die Hagelbildung nach der aufgestellten wahrscheinlichsten Hypothese als eine Folge der ruhig aufsteigenden und zu sehr grofsen Höhen sich erhebenden, mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten dargestellt, und somit ist es allerdings denkbar, dafs eine frühzeitig genug eingeleitete Mischung der ungleich erwärmten Luftschichten einen Stillstand der zur Hagelbildung erforderlichen Bedingungen eben so gut herbeizuführen vermögend seyn könnte, als dieses ohne Zweifel in vielen Fällen durch einen frischen Wind zu geschehen pflegt, so dafs also die Beispiele von Gewittern, welche auf diese Weise zerstört seyn soll, nicht ganz falsch seyn mögen. Da man aber von einer bevorstehen-

den Gewitterbildung nur sehr unsichere Vorzeichen hat, dabei aber nie mit Sicherheit voraus bestimmen kann, ob es zugleich ein Hagelwetter seyn werde, endlich aber durchaus den Ort, wo dasselbe gebildet wird, nicht voraus zu wissen vermag, bei der wirklichen Annäherung des Gewitters aber die Luftschichten ohnehin mehr erschüttert und in größere Bewegung gesetzt sind, als menschliche Mittel dieses zu erreichen vermögen, so folgt hieraus nothwendig, daſs auch auf diese Weise keine Sicherung zu erlangen ist. Zur Erhaltung derselben würde erforderlich seyn, daſs man an allen schwülen Tagen über weiten Länderstrecken solche Explosionen oder groſse Feuer anwendete, welches einen gröſseren Aufwand erforderte, als der dadurch erreichbare Nutzen beträgt, und wobei es dennoch allezeit fraglich bleibt, ob die verhältniſsmäſsig immer noch kleinlichen Mittel gegen einen so ungeheueren Naturproceſs nicht zu schwach seyn würden. An eine chemische Einwirkung auf den Luftkreis in denjenigen Gegenden, wo die Hagelbildung vorgeht, wodurch der vorhandene Wasserdampf weggenommen, oder seine Verwandlung in Eis gehindert würde, ist gar nicht zu denken, und es ist daher überflüssig, hierfür weitere Gründe beizubringen. Insofern daher der Hagel sich erst dann zeigt, wenn er schon wirklich gebildet ist, dann aber kein Mittel gegen sein Herabfallen möglich ist, so fallen alle Vorschläge der Hagelableitung von selbst weg.

Nach diesen so völlig klaren und vollständig beweisenden theoretischen Argumenten ist eine nähere Prüfung der verschiedenen einzelnen Vorschläge für Hagelableiter überflüssig, und wenn ich dieselben dennoch hier kurz erwähne, so geschieht dieses theils des geschichtlichen Interesses wegen, theils um nachzuweisen, daſs mir die zahlreichen Scheingründe, welche man vielseitig für die einen und die andern aufgestellt hat, bei der Fällung jenes Urtheils keineswegs fremd waren. Es scheint mir dieses aber gegenwärtig um so nöthiger, da sich ganz kürzlich gegen alles Erwarten ein so lebhafter Streit über eine längst entschiedene Sache erhoben hat.

So viel mir bekannt ist, war Guenaut de Montbeillard[1] der erste, welcher 1776 in einer ausführlichen Abhandlung den

1 Journ. de Phys. XXI. p. 146. Mém. de l'Acad. de Dijon VIII.

Vorschlag that, den Wolken durch eine ganze Menge von Bl ableitern alle Elektricität zu entziehen und dadurch die Ha bildung unmöglich zu machen. Eben dieses äufserte a BUISSART aus ARRAS[1], und GUYTON DE MORVEAU hatte es längst als eine Folgerung aus seiner Theorie des Hagels au stellt[2], welcher nach ihm, übereinstimmend mit Mon durch die bloſse Wirkung der Elektricität gebildet werden so Insbesondere aber theilt BERTHOLON[3] eine genaue Beschreib der Construction solcher Hagelableiter mit. Um nicht bloſs ses Mittel, sondern auch das in einigen Gegenden Süddeut lands damals übliche Anzünden von Feuern auf hohen Ber das Abfeuern von Pöllern u. s. w. zu prüfen, gab die Baieri Akademie der Wiss. für das Jahr 1785 die Preisfrage über zweckmäſsigen Mittel zur Abhaltung des Hagels auf, und k te eine gelehrte, nachher wenig beachtete Preisschrift vo HEINRICH, worin alle diese Mittel als keineswegs völlig chernd angegeben wurden[4]. Uebergehe ich die vielen ein nen Aeuſserungen über die Zerstörung der Hagelwolken d Vervielfachung der Blitzableiter, so verdient noch SEIFERHE Schrift[5] eine kurze Erwähnung. Dieser brachte bei einer T peratur von — 13° R. Wassertropfen auf einen ersten L und fand, daſs sie augenblicklich zu milchigem Eise gefr wenn ein el. Funke hindurchging. Man wird sich jetzt v dern, daſs man auf diesen Versuch den Schluſs bauen ko die Elektricität bilde den Hagel, da man doch bei einer Te ratur von — 13° R. nicht in Verlegenheit ist zu bestimmen, her die Verwandlung des Wassers in Eis rühre. Inzwis wurde hierauf der Vorschlag gegründet, an jedem Ende Ackers zwei eiserne Stangen an Pfählen mit Pech überz aufzurichten, die eine 3 die andere 20 F. hoch, damit jen von der Erde aufsteigenden Dünsten, diese den Wolke

1 Journ. de Phys. XXI. p. 140.

2 Journ. de Phys. IX. 60.

3 Electricité des Météores. Lyon 1787. T. II. p. 205.

4 Neue Abh. der Baiers. Akademie Bd. V.

5 Elektr. Versuch, wodurch Wassertropfen in Hagelkörne ändert worden, samt d. Frage an die Naturforscher: ist eine I ableitung ausführbar? Nürnb. 1790. 8. Vergl. Lichtenb. Mag. S. 189.

tricität entziehen möge. Dafs dieser Vorschlag nie in Anwendung gekommen sey, begreift sich leicht.
Weil die Hypothese, Hagelwetter könnten durch häufige Ableiter zerstört werden, immer noch viele Anhänger fand, so gab die Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin im Jahre 1800 die Preisfrage über den Nutzen dieses Schutzmittels auf. Die Verfasser beider Preisschriften, E. F. Wrede und Weiss, wovon der letztere den Gegenstand am umfassendsten und gründlichsten behandelt hat, stimmen darin zusammen, dafs auf keine Weise die Elektricität als Ursache der Hagelbildung anzusehen sey, und wenn sie dieses auch wäre, es aus den oben von mir bereits angegebenen Gründen unmöglich noch dem beabsichtigten Zwecke entsprechend, wenn man den Hagelwolken dieselbe durch vervielfachte Blitzableiter entziehen wollte. Mit diesem wohlbegründeten Urtheile begnügte man sich seitdem, und fand es der Sache stets um so angemessener, je mehr die Begriffe über die Wirksamkeit der Elektricität erweitert und berichtigt wurden, allein es hob sich in den neuesten Zeiten, dafs die Entscheidung der erfahrensten und berühmtesten Physiker noch immer das Urtheil der Menge nicht zu bestimmen vermag. Im Jahre 1820 nämlich trat La Postolle[1] mit seiner Empfehlung von Blitzableitern aus Strohseilen keck vor das Publicum, hoffte die Sachverständigen durch seine Dreistigkeit bei völliger Grundlosigkeit seiner Behauptungen verstummen zu machen, und pries seine Erfindung zugleich als ein Schutzmittel gegen die Hagelschäden an. Wie indefs der Vorschlag von den Physikern allgemein verworfen wurde, ist bereits im Art. *Blitzableiter*[2] gezeigt, und hier kann daher nur noch des geschichtlichen Interesses wegen der Streit erwähnt werden, welcher sich seitdem zwischen denen erhoben hat, welche die Sache, wie billig, verwarfen, und denen, welche sie wider alles Erwarten in Schutz nahmen, indem sie von dem falschen Grundsatze ausgingen, der Vorschlag könne nur durch die Erfahrung geprüft werden. Obgleich aber diese in so weit sattsam darüber entschieden hat, als dieses der Natur der Sache nach möglich ist, und

1 Traité des parafoudres et des paragrêles en cordes de paille, Amiens 1820. 8.

2 S. Th. I. S. 1086.

diesemnach die Stimme der Vertheidiger allmälig verstummte, so läfst sich doch bei der Lebhaftigkeit des darüber geführten Streites keineswegs mit Gewifsheit behaupten, ob nicht noch manche im Vorurtheil befangene auch gegenwärtig beobachten, was sie finden zu müssen im Voraus die feste Ueberzeugung haben.

Die Commissarien des französischen Institutes, Char und Gay-Lüssac verwarfen gleich anfangs die von La stolle vorgeschlagene und somit auch die späterhin ihnen Thollard [1] nachgebildeten Hagelableiter aus Strohseilen Stangen mit hölzerner Spitze und aus Strohseilen mit eingefl tener leinener Schnur mit messingener Spitze gänzlich, eben so Biot in seiner Beurtheilung derselben [2]. Dagegen nahm sich hauptsächlich die *Société Linnéenne* in Paris, Societät der Agricultur von Bologna, die Gesellschaft für turwissenschaften im Canton de Vaud, die Weinbau-Gesellsch in Lausanne, die königl. Agricultur-Gesellschaft in Lyon, Agricultur-Gesellschaft in Genf, die akademische Gesellsch in Savoyen und verschiedene andere der Sache an [3]. Einige diesen setzten seit 1824 Preise aus, um Erfahrungen darü zu sammeln, und wollen diese auch wirklich in Menge ni blofs aus Frankreich, sondern hauptsächlich auch aus Italien, Schweiz und aus vielen Orten des südlichen Deutschlands halten haben, indem ihnen vorzüglich Thollard, Chavan Beltrami, Astolfi, Orioli, der Baron Crud, Saint-Ma tin, Lacoste und viele andere die günstigsten Erfolge ih angestellten Versuche meldeten [4]. Hauptsächlich gehört Orio

1 Annales de l'Indust. nat. et étrang. 1823. Janv. p. 72.

2 Journ. des Savans. 1821. Mai. p. 287. Jene Commissari sagten: Nous estimons, que cet objét n'est point digne de l'attenti de l'Academie.

3 Bibl. univ. XXXIII. 45.

4 Weitläuftiger Bericht hierüber in Annales de la Soc. Lin. Paris. V. 171, wo sich zugleich eine Menge literärische Nachweis gen über hierher gehörige Erfahrungen finden. Frühere Abhandl gen sind mitgetheilt: Von Orioli in Feuille du Canton de Vaud. XII. von Chavannes in Bibl. univ. XXVIII. 34. von Saint-Marti Lacoste Rapport à Mr. le Chev. de Pullini de St. Antonin cet. l'essai de paragrêlage cet. Chambéry. 1825. Thollard in Bibl. Ph co-écon. 1823. Mars p. 164. Vergl. Edinb. Phil. Journ. N. S. N. p. 103.

unter die Vertheidiger des Vorschlags, giebt sich viele Mühe, das Urtheil der Pariser Akademie zu widerlegen, und meint, die Sache könne nur durch wiederholte Versuche entschieden werden[1]. Inzwischen getrauet er sich dennoch nicht, die Ableiter aus Strohseilen ernstlich in Schutz zu nehmen, meint aber die metallenen könnten zuweilen allerdings nützen[2], wodurch indefs die ganze Sache wieder auf einen unlängst verworfenen Vorschlag zurückkommt.

Ungleich gröfser aber, als die Zahl der so wenig zuverlässigen Erfahrungen für die Wirksamkeit der Hagelableiter ist die überwiegende Menge derjenigen, welche ganz bestimmt dagegen entscheiden. Unter andern versichert Riecke[3] nach einer Menge von Beobachtungen, dafs die Felder durch sie keineswegs geschützt wurden; nach v. Jacquin[4] haben sie ihre Kraft in Ungarn und Illyrien durchaus nicht bewährt; am meisten Aufsehen machte es aber, als die mit Hagelableitern auf das vollkommenste geschützten Weinberge des Canton de Vaud in der Nacht vom 22. auf den 23. Juli 1826 gänzlich verhagelten, während einige nicht damit versehene in der Umgegend verschont wurden[5]. Nicht ohne Grund findet es Arago[6] sehr auffallend, dafs die Vertheidiger dieser Hagelableiter sich dabei meistens auf Volta's Theorie der Hagelbildung berufen, da doch dieser berühmte Physiker ausdrücklich erklärte, die Gewitterwolken könnten auf keine Weise durch vermehrte Blitzableiter zerstört werden. Fresnel[7] verwirft sie gleichfalls aus theoretischen Gründen, und setzt sehr richtig hinzu, die Versuche zur Prüfung des Vorschlages seyen viel zu kostspielig, als dafs man sie bei der grofsen Unwahrscheinlichkeit irgend eines Erfolges an-

1 Brevi Considerazioni pella Risposta della celebre Accademia reale delle Scienze di Parigi. cet. Bologna 1826. 8.

2 Dei paragrandini metallici. Discorsi IV. di Fr. Orioli. Bologna 1826. 8. Auch Thollard meint gegen das Urtheil der Akademie, es könne blofs das Experiment entscheiden; allein es wäre schlimm, wenn der Einfall jedes Thoren auf Staatskosten durch Versuche geprüft werden sollte.

3 Correspondenzblatt des Würtemb. Landwirths. Vereins. VII, 225.

4 Oestr. Beob. 1825. Nr. 265.

5 Bibl. univ. XXXIII. 50.

6 Annuaire présenté au Roi. Pour l'an 1829.

7 Ann. Chim. Phys. XXII. 303.

stellen könne, was mit Arago's Ansicht übereinstimmt, er sagt[1], dafs die Versuche mindestens eine ganze Reihe Jahren hindurch fortgesetzt werden müfsten, wenn man eir scheidendes Resultat erhalten wolle[2]. Dieses ist nicht blo sich zu berücksichtigen, sondern insbesondere auch aus Grunde, weil gewisse Gegenden nicht selten mehrere Jahr Hagelwettern heimgesucht und nachher lange Zeit damit schont werden. Selbst das sehr einleuchtende Argument, es in Wäldern und Städten so oft hagele, obgleich in letz den Wolken ihre Elektricität durch die grofse Menge von I ableitern, Thurmspitzen u. s. w. ungleich besser entzogen den müfste, als dieses durch die gröfste Zahl der Hagelab möglich seyn kann, da die letzteren sich der Stürme wegen bedeutend hoch machen lassen, wollten die Landwirthe gelten lassen, sondern verlangten Proben zu machen. Di cietät der Agricultur in Paris wandte sich daher an das Mir rium und wünschte Versuche im Grofsen angestellt zu h letzteres verlangte ein Gutachten der Akademie, und erklärte den Erfolg für die Gröfse des erforderlichen Aufwa für viel zu ungewifs. Inzwischen wurden von Privaten u Italien auch von den Regierungen eine nicht geringe Menge Versuchen angestellt, und wenn der Erfolg nur in einiger sicht die gehegten Erwartungen zu bestätigen schien, so w dieses bekannt gemacht, wogegen man aus begreiflichen G den das Mifslingen sorgfältig verschwieg. Dennoch aber w es bekannt, dafs im Jahre 1826 die geschützten Felder ebe gut als die nicht geschützten verhagelten[3]. Während dem im südlichen Frankreich, in der Schweiz und Süddeutsch im Waadtlande und hauptsächlich in Italien der Streit mit g Heftigkeit geführt wurde und viele vergebliche Proben nich bedeutende Kosten verursachten, folgte man im nördl Deutschlande, in England u. s. w. dem wohlgegründeten theile der sachverständigen Physiker.

Indefs lernte J. Murray[4] auf seinen Reisen viele von

1 Annuaire présenté au Roi. Pour l'an 1829.

2 Vergl. die ausführlichen Discussionen hierüber im (1826. 16. Mars; 11. Mai; 22. Juin.

3 Arago in Ann. Ch. Ph. XXXIII. 420. Vergl. Ann. de la Linnéenne. 1827. Jan. p. 580.

4 Edinb. Phil. Journ. N. S. Nr. V. 103.

jenigen Männern kennen, welche die Thollard'schen Hagelableiter vorzugsweise in Schutz nahmen, und wurde daher, so viel mir bekannt, der einzige, welcher dieses Hülfsmittel als unzweifelhaft sicher auch seinen Landsleuten empfohlen hat. Dabei beruft er sich auf den schon 1788 von Pinazzi in Mantua gemachten Vorschlag, die Hagelwetter durch vervielfachte Blitzableiter zu zerstören, dann auf die zahlreichen Erfahrungen, welche die oben genannten Männer in der neuesten Zeit hierüber gemacht haben wollen. Sie erstrecken sich aber nicht weiter als bis zum Jahre 1825, und gerade im folgenden entschieden so manche Verheerungen der geschützten Felder so sehr gegen die Zweckmäſsigkeit des Vorschlags, daſs die Hagelableiter von Stroh eben so wenig als die früher vorgeschlagenen von Metall jetzt noch in England Eingang finden werden; indeſs ist zu wünschen, daſs eine zu wiederholten Malen unlängst abgethane Sache künftig nicht abermals unnütze Discussionen und vergebliche Kosten veranlassen möge.

Zu einer mechanischen Zertheilung der Hagelwolken nahm man schon sehr früh seine Zuflucht. So berichtet Parent[1], daſs die Einwohner von Iliers bei dem groſsen Hagelwetter am 15. Mai ihre Glocken mit auſserordentlicher Gewalt läuteten, wodurch die Wolke dann zertheilt, und ihre Feldmark verschont seyn soll. Man ist jetzt allgemein der Meinung, daſs dieses Mittel zur Erreichung des beabsichtigten Zwecks viel zu schwach sey, auch ergiebt sich das Ungenügende desselben schon daraus, daſs die meisten nur geweihete Glocken hierzu für brauchbar hielten[2]. Daſs man früher und vielleicht an einigen Orten bis auf die jetzigen Zeiten herab glaubte, es sey gegen die Hagelwetter und die Gewitter überhaupt ein Hülfsmittel, Feuer auf den Herden anzuzünden, gehört gleichfalls in das Gebiet des Aberglaubens, denn dieses Vorurtheil ist wohl ohne Zweifel aus dem Wahne entstanden, daſs die verbrannten geweiheten Kräuter dem Hause einen Schutz gewähren könnten, und als dieser Aberglaube verschwand, hielt man das Anzünden des Feuers selbst für das wirksame Hülfsmittel, da vielmehr der Rauch den Blitzstrahl anzieht, auf das Gewitter im Ganzen

1 Mém. de l'Acad. 1703. p. 19.

2 Vergl. v. Zenger über das Läuten bei Gewittern. Gieſsen 91. 8.

und insbesondere auf die Hagelwetter aber nicht den mindes Einflufs hat. Placidus Heinrich in seiner oben erwähn Preisschrift läfst es unentschieden, ob die heftigen Erschüt rungen der Luft durch das Abfeuern von Pöllern, Kanonen s. w. auf die Zerstreuung der Gewitter, und sonach auf die haltung des Hagels einen Einflufs haben können, ist indefs m geneigt die Sache zu bezweifeln, als für gegründet zu hal Denize aus Macon dagegen glaubte mit Gewifsheit anneh zu dürfen, dafs die Hagelwetter durch eine grofse Zahl Blitz leiter und durch starke Explosionen, als das Abfeuern von nonen und Pöllern, durch das Platzen des Knallpulvers, du aufsteigende Racketen, durch dss Getöse der Glocken und Tro meln zerstreuet werden könnten, allein seine Gründe waren wenig triftig, dafs die Akademie zu Dijon, welcher er se Schrift überreichte, gar keine Rücksicht darauf nahm[1]. Spä hin kam die Sache nochmals zur Sprache, als Leschevin der Marquis de Chevriers das Mittel des Abfeuerns von Ka nen wieder mit günstigem Erfolge in Anwendung gebracht ha ben wollten[2], allein wie unzulässig ihr Schlufs sey, dafs hie durch die Hagelschäden abgehalten wären, weil sie bei der A wendung desselben in oft verwüsteten Gegenden seltener w den, da doch letzteres in jenen Jahren gerade zufällig seyn kon te, ist im Art. *Hagel* genugsam nachgewiesen, das Mittel selb aber im Art. *Gewitter* bereits gewürdigt. Dafs eine hefti Lufterschütterung, wie sie z. B. bei Schlachten und Artiller Uebungen statt findet, diejenige Ruhe der Atmosphäre stör könne, welche zur Hagelbildung erforderlich scheint, findet Heinrich[3] allerdings in einigem Grade wahrscheinlich, u kann auf keine Weise als unmöglich erwiesen werden. Zugle aber mufs man sich wohl hüten, aus der Erfahrung, wenn Gewitter bei einer solchen Gelegenheit vertheilt wird, Schlufs zu entnehmen, dafs beides als Ursache und Wirk zusammenhänge, da so oft ein anscheinend furchtbares Gew ter drohet, und ohne eine solche oder irgend eine bekannte Ve

---

1 Mém. de l'Acad. de Dijon. 1803.

2 Magaz. encyclop. An. 1806. T. II. p. 1. Auch der Obrist Clarac theilte an Gilbert die Erzählung mit, wonach dieses Mittel sich von Erfolg zeigte. S. G. XXIV. 400.

3 G. XXVI. 219.

ung gleichsam wieder verschwindet, wogegen minder dro- in ihrem Verlaufe erst einen so ausnehmend verheerenden ter annehmen. Dafs das Mittel nicht allezeit, also nicht dagegen helfe, dafür läfst sich die Erfahrung anführen, dafs unter Friedrich dem Zweiten ein grofses Artillerie- uvre, wobei aufserdem noch 36000 Mann Infanterie feu- ein heranziehendes Gewitter nicht überwältigen konnte[1]. aber endlich schon oben gezeigt ist, dafs dieses Mittel h durchaus keine Anwendung leidet, weil ein schon aus- tes Hagelwetter der Natur der Sache nach gar nicht mehr t werden kann, die Theorie mit ziemlicher Gewifsheit dasselbe entscheidet, und die Resultate der Versuche al- sehr problematisch bleiben, so scheint es mir selbst nicht der grofsen Kosten werth zu seyn, die Frage auf dem der Erfahrung zu beantworten, ob eine Störung des Ge- ildungsprocesses durch dieses Mittel möglich ist oder obgleich dieses in wissenschaftlicher Hinsicht von nicht n Interesse seyn würde.

ige Physiker, namentlich Denize und Parrot[2], haben lverdampfe einen chemischen Einflufs auf die Fähigkeit ft, Gewitter zu bilden, zugeschrieben. Die unbestimm- fserungen des ersteren sind oben gewürdigt, bei dem n hängt aber die Behauptung mit einer eigenen Theorie dunstung zusammen, und kann also erst bei der Unter- g dieser in ihrem ganzen Umfange gewürdigt werden. In r Anwendung auf die Zerstörung der Gewitter läfst sich r schon so viel sagen, dafs explodirendes Schiefspulver erstoffgas entwickelt, folglich auch diejenige Wirkung in ren Regionen davon nicht erhalten werden kann, wel- rot von einer Entbindung dieses Gases verlangt, mit fällt dann der erwartete chemische Einflufs je- ls von selbst weg. Wäre es wirklich ausführbar, n in diejenigen Regionen zu bringen, wo die Ha- r muthmafslich gebildet werden, und könnte man sie r Explosion bringen, so wäre es leicht möglich, dafs echanische Erschütterung nicht ohne Erfolg bliebe, allein bei diesem Mittel scheitert die Ausführbarkeit an unüber-

Salzburger phys. Journ. 1 Jahrg. Hft. 8.

G. X. 217.

windlichen Schwierigkeiten, welche aus der Natur der Ha-
bildung von selbst hervorgehen, und wir sind daher in Be-
hung auf die Mittel zur Abwendung dieses verheerenden Ue-
noch nicht weiter als bis wohin die von P. Heinrich, Wa
und Weiss ausgesprochenen Urtheile reichen, nämlich daß
kein sicheres und durch menschliche Kräfte ausführbares Mi
der Hagelableitung giebt. *M.*

Halbkugel.

Hemisphäre; *Hemisphaerium;* Hémisphè
Hemisphere. Irgend ein gröſster Kreis auf der Kugel th
die Oberfläche der Kugel in zwei genau gleiche Theile, da
jede also die Oberfläche einer Halbkugel ist. Die Ebene ei
solchen Kreises geht durch den Mittelpunct der Kugel und
auch den körperlichen Inhalt der Kugel in zwei gleiche Hal
geln. Für jeden vorzüglich merkwürdigen gröſsten Kreis
der Himmels- oder Erdkugel giebt es daher zwei entgege
setzte Halbkugeln. Der Aequator, am Himmel sowohl als
der Erde, trennt die nördliche Halbkugel von der südlichen,
nördliche Pol steht in der Mitte der nördlichen Halbkugel,
ebenso der Südpol in der Mitte der südlichen. Der Hori
theilt die Himmelskugel in die sichtbare oder obere, und in
unsichtbare oder untere Halbkugel; das Zenith liegt in der M
jener, das Nadir liegt in der Mitte dieser.

Auf der Erde können wir uns 90 Grade von dem Pu
wo wir stehen, einen gröſsten Kreis gezogen denken, der
auch in Beziehung auf uns die obere und untere Halbkugel
einander trennt; unsere Antipoden wohnen in der Mitt
Oberfläche jener andern Halbkugel. Der Mittagskreis th
Himmelskugel in die östliche und westliche Halbkugel;
Mitte jener liegt der Ostpunct, in der Mitte dieser der W
punct. Auch die Ekliptik am Himmel theilt den Himm
zwei Halbkugeln, alle Puncte in der einen haben nördliche B
te, alle Puncte in der andern haben südliche Breite.

Wenn die Sonne einen kugelförmigen Himmelskörper
scheint, so nennt man die gegen die Sonne gekehrte Halbku
die erleuchtete, die von ihr abgekehrte die unerleuchtete;
deſs sind diese beiden Theile nicht genaue Halbkugeln, sond

der von der Sonne erleuchtete Theil ist gröſser, als der uner-
leuchtete, weil die Sonne gröſser ist, als irgend einer der von
ihr erleuchteten Himmelskörper[1].

Ebenso ist es nicht ganz richtig, wenn man den uns sicht-
baren Theil eines Himmelskörpers, seine uns sichtbare Halbku-
gel nennt; denn da unser Auge nur ein Punct ist, so ist die
Grenzlinie des uns sichtbaren Theils einer Kugelfläche nicht ei-
gentlich ein gröſsester Kreis und wir übersehen etwas weniger
als die Halbkugel. *B.*

Halbleiter. s. Leiter.

Halbschatten.

Penumbra; Pénombre; *Penumbra*.

Wenn ein leuchtender Körper auf einen dunkeln Körper
Licht sendet, so wirft der letztere einen Schatten, und es sind
die Puncte im vollen Schatten dieses Körpers, zu welchen
kein Licht von jenem gelangt. Aber so wie es Puncte giebt,
denen von keinem Puncte des leuchtenden Körpers ein Licht-
strahl gelangt, so giebt es andere Puncte, zu denen nur die
Lichtstrahlen von einigen Theilen des leuchtenden Körpers ge-
langen, und diese liegen im *Halbschatten*. Der völlige Schat-
ten besteht in gänzlichem Mangel an Erleuchtung; der Halb-
schatten hat in seinen verschiedenen Puncten sehr ungleiche
Grade der Erleuchtung, je nachdem von einem gröſsern oder
kleineren Theile des leuchtenden Körpers noch Strahlen zu die-
sen verschiedenen Puncten gelangen.

Da der Fall, daſs eine leuchtende Kugel einen dunklen
Körper bescheint, derjenige ist, dessen Betrachtung in der Astro-
nomie vorzüglich vorkömmt, so verdient er zuerst erwähnt zu
werden. Es sey AB die Sonne, EF die Erde, so erhält man Fig. 6.
die Begrenzung des vollen oder Kernschattens, wenn man die
Linie AE, BF hinter den Körper EF verlängert. In die Gegend
zwischen ty gelangt kein Sonnenstrahl, oder ein dort stehendes
Auge würde keinen Theil der Sonne sehen. Dieser volle Schat-
ten bildet einen Kegel, wenn die leuchtende Kugel gröſser als
die erleuchtete ist; dagegen ist er cylindrisch, für einen mit

1 Vergl. Art. *Schatten*.

dem leuchtenden Körper gleich grofsen dunkeln Körper, un wird ein abgekürzter, gegen H zu und jenseits H sich im mehr erweiternder Kegel, wenn der dunkele Körper eine grö re Kugel als der leuchtende ist. Die Grenze des Halbschat findet man, wenn man die berührende Linie AF und BE hi EF verlängert; denn in Puncten, die zwischen y und P lie wird zwar durch einige Puncte, aber nicht durch alle Pu der gegen EF gekehrten Sonnen-Oberfläche eine Erleucht hervorgebracht. Je näher bei y man einen Punct im Halbscl ten nimmt, desto schwächer ist die Erleuchtung, und da b die volle Erleuchtung anfängt, so erhellet, dafs der Halbscl ten unmerklich in die gänzliche Erleuchtung übergeht. Der g ze Raum, in welchem der Halbschatten statt findet, ist alle ein abgekürzter Kegel, wenn beide Körper kugelförmig sind

Fig. 7. Bei der Beobachtung des Schattens, welchen Körper der Erde auf eine gegebene Ebene werfen, kömmt auch Halbschatten vor. Wenn man vom obersten Sonnenrande S ne gerade Linie über die Spitze des aufgerichteten Stabes bis auf die den Schatten aufnehmende Ebene DE zieht, so i das Ende des vollen Schattens; die Linie hingegen, die untersten Puncte der Sonne T über B nach c gezogen wird, grenzt den Halbschatten. Ist die Höhe des unteren Sonnen des über dem Horizonte $= \alpha - \frac{1}{2}$ D, des oberen Sonnenra $= \alpha + \frac{1}{2}$ D, so ist

$$AC = AB.\ \mathrm{Cotg.}\ (\alpha + \tfrac{1}{2} D),$$
$$Ac = AB.\ \mathrm{Cotg.}\ (\alpha - \tfrac{1}{2} D),$$
$$Cc = AB.\ \frac{\mathrm{Sin.}\ D}{\mathrm{Sin.}\ (\alpha + \frac{1}{2} D).\ \mathrm{Sin.}\ (\alpha - \frac{1}{2} D)}$$
$$= \frac{2\ AB.\ \mathrm{Sin.}\ D}{\mathrm{Cos.}\ D - \mathrm{Cos.}\ 2\alpha}$$

Der Halbschatten nimmt also zu, wenn α kleiner wird wird unendlich, wenn $\alpha = \frac{1}{2}$ D ist, weil dann der untere S nenrand den Horizont berührt. Dieser Halbschatten macht d die Bestimmung der Sonnenhöhe aus der Länge des Schat desto unsicherer, je geringer die Sonnenhöhe ist. Wenn die Grenze des Halbschattens für jeden leuchtenden und erle teten Körper vollständig bestimmen will, so mufs man sich ne den leuchtenden und den erleuchteten Körper berühr

1 Vgl. Art. *Finsternisse.*

denken, und diese in alle mögliche Lagen, bei welchen iden Berührungen statt finden können, gebracht sich vor-i; die krumme Fläche, welche dann aus den zwischen je Berührungspuncten gezogenen geraden Linien gleichsam mengesetzt ist, oder die krumme Fläche, welche von je-benen in den so eben genannten Linien berührt wird, ist grenzung des Schattens oder Halbschattens. Sie ist die zung des vollen Schattens, wenn die Berührung der den und der erleuchteten Oberfläche an derselben Seite ne statt findet; sie ist die Begrenzung des Halbschattens, die Berührung der einen Oberfläche an der einen, der an der andern Seite der Ebene statt findet. Diese krum-chen, welche von der Tangential-Ebene allemal in einer Linie berührt werden, und wo die Tangential-Ebene, man ihre Lage ein wenig ändert, eine der vorigen gera-nie unendlich nahe gerade Linie berührt, gehören allemal abwickelbaren krummen Flächen[1].

B.

Harmonica.

Glasharmonica ist ein musikalisches Instru-bestehend aus gläsernen Campanen, welche auf eine ei-se gesteckt und diese mit einer Kurbel umgedrehet durch ihrer Ränder mit benetzten Fingern zum Tönen gebracht . Hierbei beruhet die Erzeugung der Töne auf den gungen, welche man durch das Reiben in den Campanen , und die Höhe der Töne, von der Gröfse der Campa-hängig, auf der Länge der Schwingungsbogen. Beides Art. *Schall* ausführlich untersucht werden, die mecha-onstruction des Instrumentes aber ist sehr einfach und ge-t hierher.

emische Harmonica nennt man jede Vorrich-wenn man eine Flamme von Wasserstoffgas, welche an ndung einer Röhre brennt, in irgend einen geeigneten itet, wodurch dann ein eigenthümlicher summender Ton

Die höhere Geometrie führt zur Auflösung aller hierher gehö-ufgaben. Einige derselben habe ich in meinem Lehrbuche der Geometrie 2 Theil §. 251 bis 260 und §. 529. 530. angeführt.

erzeugt wird. Die einfachste Methode, diesen in akustisch Hinsicht interessanten Versuch anzustellen, ist folgende: Mi bereitet auf die bekannte Weise Wasserstoffgas aus Zinkstü und Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure in einer Phi deren Hals durch einen Kork mit einem in denselben eingel senen Pfeifenstiele von 6 bis 8 Z. Länge, oder einer oben zu spitzten, etwa 2 Par. Lin. weiten Glasröhre verstopft ist, dafs das sich entwickelnde Gas durch die obere Oeffnung e weicht, zündet dasselbe an der oberen Mündung der thöner oder gläsernen Röhre an, und stürzt einen gläsernen Kol darüber, welchen man mit der Hand schwebend erhält, so w
Fig. 8. der Ton hörbar. Die Entbindungsflasche A mufs eine verh nifsmäfsige Weite haben, so dafs die erforderliche Menge erzeugt wird, ohne dafs die Flüssigkeit in das Rohr c aufst zugleich aber darf sie nicht allzu geräumig seyn, damit kein grofse Menge atmosphärische Luft in ihr zurückbleibt, und dem Wasserstoffgas vereinigt Knallgas bildet, welches beim Anzünden explodirt. Letzteres ist übrigens mit nur ger ger Gefahr verbunden; denn wenn man eine Entbindungsflasc von starkem Glase, und einen guten Kork wählt, welcher die geringe Spannung hinlänglich schliefst, ohne zu fest hine gedrückt zu werden, so schleudert das explodirende Knall diesen ohne weiteren Verlust als den des hineingesteckten R res hinaus. Ohnehin aber ist auch dieses nicht leicht zu befü ten, sobald man das ausströmende Gas nicht zu bald entzün Wählt man zu dem Rohre c ein thönernes, den Stiel einer meinen irdenen Tabackspfeife, so saugt dieses einen Theil Feuchtigkeit des Gases ein, welches im Ganzen vortheilhaft indefs leistet eine Glasröhre von zwei Lin. Weite, oben bis zu einer halben Linie verengt, das Nämliche, wie man nicht minder sich auch einer metallenen Röhre bedienen Uebrigens ist dieser Apparat nur für kurzdauernde Versuch rechnet; zur Anstellung von länger dauernden wählt ma geeignetes Gasometer, welches eine gleichmäfsig anhaltende A strömung gewährt. Die Flamme des brennenden Wasserstoffg darf weder zu grofs noch zu klein seyn, und mufs das Mitt zwischen 0,5 und 1,5 Z. Länge halten, wenn der Ton von hi länglicher Stärke und Reinheit zum Vorschein kommen soll. In zwischen wird dieses durch die Weite des Kolbenhalses D be stimmt, welcher die Gröfse der Flamme proportional seyn mu

beträgt jene nur etwa einen Zoll, so muſs die Flamme kleiner seyn, weil sie ohnehin sonst leicht erlöscht, bei zwei Zoll Weite dagegen und darüber kann sie wohl über zwei Zolle Länge haben.

Für die chemische Harmonica nimmt man in der Regel die Flamme des so reinen Wasserstoffgases als es auf die angegebene Weise erhalten wird, und nennt diese, wenn sie ruhig brennt, *lumen philosophicum*. Minder sicher und helltönend ist die Erscheinung, wenn man andere brennbare Gasarten anwendet, als Kohlenoxyd-, ölerzeugendes, Kohlenwasserstoff-, hydrothionsaures, Arsenikwasserstoff-, Weingeist- und Aether-Gas. Zu den Gefäſsen, in welche die Flamme einen bis drei und auch wohl noch mehr Zolle hinein erhoben wird, eignen sich am besten die gläsernen Kolben, deren man sich als Vorlagen bedient, statt deren man indeſs auch oben verschlossene oder offene cylindrische Röhren von Glas oder Metall oder einer sonstigen geeigneten Substanz wählen kann, jedoch dürfen die offenen nicht zu kurz seyn.

So wie der Versuch hier beschrieben ist, kann er sehr leicht angestellt werden, eignet sich dann aber zu weiter nichts als bloſs dazu, um das Phänomen im Allgemeinen kennen zu lernen. Betrachtet man die Sache dagegen aus dem wissenschaftlichen Gesichtspuncte, so kommt hauptsächlich dabei in Betrachtung zuerst die Ursache, wodurch überhaupt das Tönen erzeugt wird, und zweitens die Bedingungen, auf denen die Höhe oder Tiefe und der Klang[1] der Töne beruhet. De Luc wird in Deutschland fast allgemein für denjenigen gehalten, welcher das Phänomen zufällig wahrnahm, als er das beim Verbrennen des Wasserstoffgases gebildete Wasser in einen Kolben auffangen wollte[2], jedoch hat Higgins schon weit früher im Jahre 1777 die nämliche Erscheinung beobachtet[3], und de Luc sagt auch nicht, daſs er selbst, sondern daſs man vor Kurzem diese sonderbare Entdeckung gemacht habe. Daſs dieser Versuch sogleich nach seiner Bekanntwerdung vielfach wiederholt

1 Das Wort *Klang* wird hier in der Bedeutung genommen, daſs überhaupt die individuelle Art des Tones bezeichnet.

2 Neue Ideen über die Meteorologie. I. 138. §. 200.

3 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. New Ser. I. 129. IV. 33. vgl. Ann. Ch. Ph. VIII. 363.

wurde, liefs sich erwarten, indefs fand man es bei seiner I fachheit nicht der Mühe werth, jede Beobachtung bekannt machen. In Deutschland erhielt die Erscheinung allgemeii Bekanntschaft durch HERMBSTAEDT[1] und durch den Gr MUSSIN PUSCHKIN[2], welcher den Ton nicht von den Schw gungen des Glases herleitete, sondern annahm, dafs sich in dem Zeitmomente Knallgas bilde und explodire, wobei d die in unmefsbaren Zeitintervallen einander folgenden Ex sionen den anhaltenden Ton erzeugen müfsten. Eine gle Ansicht hegte SCHERER[3], mit dem Unterschiede, dafs ı ihm durch die Explosionen das Glas der Kolben erschüttert v den, und hierdurch der Ton entstehen sollte. MUSSIN PUS KIN führte indefs hiergegen das Argument an, dafs man die I ben umwickeln könne, ohne dadurch die Entstehung des nes zu hindern. Um dieses zu prüfen, stellte SSHERER[4] neue weitläuftige Reihe von Versuchen an, bediente sich Aufnehmen der Flamme der verschiedenartigsten Gläser, als fener und verschlossener Röhren, Vorlagen, Kolben, Flas sowohl runder als kantiger, ja sogar gemeiner Medicingläser nicht zu enger Oeffnung, und fand es allerdings bestätigt, das Umwickeln derselben mit vielen Leinen und sonstigen, Schwingungen des Glases hindernden Substanzen das Her bringen des Tones nicht aufhebe. Nach ihm entstehen die ne durch das Vacuum, welches vermöge des Verbrennens Wasserstoffgases mit Absorption von Sauerstoffgas in den gl nen Gefäfsen hervorgebracht wird, und in welches die äul Luft dann mit so viel gröfserer Gewalt eindringt, je enger Oeffnung des Glases ist.

F. F. CHLADNI[5], so classisch in allen seinen Untersuch gen der Schalllehre, stellte bald nach Bekanntwerdung des I nomens eine grofse Reihe von Versuchen an, und entschied Gemäfsheit derselben, dafs der Ton nicht durch das fäfs erzeugt werde, worin die Flamme des Wasserstoffg

---

1 V. Crell's chem. Ann. 1793. I. 355.

2 Göttling's Taschenb. f. Scheidekünstler. 1795. S. 18.

3 Gren's Journ. VIII. 375.

4 Gren's N. Journ. II. 506.

5 Neue Schrift. d. Ges. Nat. Fr. Berlin 1795. I. 125. Hinde Archiv d. reinen u. angewandten Math. 1794. I. S. 126.

…t, weil dasselbe von Holz, Metall oder Glas seyn, an je… …telle festgehalten werden könne, und der Ton ein anderer … als die Schwingungen desselben erzeugen würden. Der …le Körper ist diesemnach die Luftsäule im Innern des Ge…, und die Höhe des Tones beruhet auf den bekannten …ngungsgesetzen der Luftsäulen in Röhren, Pfeifen u. s. w. …tscheidender Beweis hierfür liegt schon darin, daſs der … Ton der nämliche ist, als wenn man in das angewandte … hineinbläst, und das Verbrennen des Wasserstoffgases …so die Luftsäule auf die nämliche Weise in Schwingungen, …es bei den Blaseinstrumenten auf mancherlei Art geschieht. …as Verbrennen anderer Substanzen, z. B. eine brennende …, nicht auf gleiche Weise Töne erzeugt[1], dieses rührt da…weil dabei das Zuströmen des Wasserstoffgases fehlt.

…ngleich weniger klar, als diese Darstellung, ist diejenige, … DE LA RIVE später davon gab[2], wobei er sich auf eine … Vorlesung von PICTET und eine Bekanntmachung des …ens durch BRUGNATELLI bezieht. Nach Versuchen von …, welcher das Gefäſs mit Rauch anfüllte, nimmt er ei…enden Punct an, nämlich den der Verbrennung des Ga…il der Ton sich mit der Veränderung dieses Punctes gleich…ändert[3]. Von diesem Puncte aus sollen dann Schwin… ausgehen, gegen die Wände des Gefäſses stoſsen, von …ectirt den ursprünglichen Schwingungen begegnen, so … gemeinschaftlich den Ton bedingen. Als mitwirken…he soll dann die ungleiche Temperatur der Luft hinzu…, indem die Mündung, an welcher das Gas brennt, stets … und weil dieses bei einem brennenden Strome von …ist- und Aether-Dampf nicht der Fall ist, so soll hier…ie Erscheinung nicht hervorzubringen seyn, was aber …e Erfahrung streitet, endlich aber soll auch die Tem… des Zimmers auf die Erzeugung des Tones einen Einfluſs

---

1 Daſs diese letztere Behauptung einiger Beschränkung bedür…ben spätere Versuche ergeben, welche weiter unten erzählt …

2 Journ. de Ph. LV. 165.

3 Daſs dieses aus einer Verlängerung oder Verkürzung der …enden Luftsäule leicht erklärlich sey, bedarf kaum einer Er…g.

haben. Dafs DE LA RIVE die Ursache des Phänomens verkan habe, sieht man deutlich aus einer Anmerkung, worin er d Ton mit demjenigen vergleicht, welchen ein sogenannter Brum kreisel erzeugt, aus welchem die Luft durch die Centrifugalkr herausgeschleudert werden, und die äufsere in das Vacuum wi der eindringen soll. Auf gleiche Weise, meint er, würde du das verbrennende Wasserstoffgas Dampf, durch die Verdichtu desselben aber ein Vacuum erzeugt, und der Ton entstehe da durch das Eindringen der äufseren Luft, wonach also die U sache in den successiven Explosionen zu suchen wäre. Di Hypothese wird durch einen dieses zwar nicht beweisend aber an sich sinnreichen Versuch unterstützt. Wenn man n lich in eine Kugel an einer etliche Zolle langen Glasröhre, j etwa 8 diese 2 Lin. weit, einige Tropfen Wasser oder Que silber bringt, und die Kugel einer starken Hitze über ein Weingeistlampe aussetzt, so entsteht ein ähnlicher Ton, h nach einer kurzen Zeit auf, erneuert sich aber wieder, we nach dem Erkalten etwas von der Flüssigkeit aus der Röhre die Kugel zurückfliefst. Hierbei ist leicht begreiflich, dafs d sehr expandirten Dämpfe, welche zum Theil in der kalten Rö re niedergeschlagen werden, die in der Röhre befindliche Lu säule in Schwingungen versetzen. BRUGNATELLI brachte d Töne der chemischen Harmonica auch durch das Verbrenn von etwas Phosphor hervor, was wohl nicht zweifelhaft is jedoch läfst sich dieser Versuch wegen des schnellen Verbre nens des Phosphors nicht mit gleicher Leichtigkeit anstell Der Harmonica-Ton soll nach GEIGER[1] gleichfalls entsteh wenn man ein Medicinglas zu ¾ mit Wasserstoffgas, ¼ atmo phärischer Luft anfüllt, die Mündung nach unten kehrt, und d Gemenge anzündet.

CHLADNI blieb seiner anfänglichen Erklärung getreu, n lich dafs die erzeugten Töne durch die Schwingungen der ei geschlossenen Luftsäule auf gleiche Weise entstehen, als in Bl seinstrumenten überhaupt, und daher auch mit denjenigen iden tisch sind, welche beim Hineinblasen in die Röhren geh werden, indem Letzteres, nämlich das Hineinblasen, dur das einströmende Wasserstoffgas, das Hinzutreten des Sauersto gases der atmosphärischen Luft und vielleicht das Entweich

1 Handbuch d. Pharmacie 2te Aufl. Heid. 1827. 8. I. S. 244.

übrigbleibenden Stickgases ersetzt wird. Schiebt man die ... tiefer in das Rohr, oder steckt man von unten einen ... in dasselbe, so werden die Schwingungsknoten der Luft... verändert und hiermit tritt zugleich eine Veränderung des ... ein. Letzterer folgt aufserdem beim Bedecken der Röh... nämlichen Gesetzen als die gewöhnlichen Pfeifentöne[1]. ...haltreichsten Untersuchungen, welche wir später über ... akustische Problem erhalten haben, sind von Faraday[2], ... nur zu bedauern ist, dafs dieser scharfsinnige Gelehrte ...ie Abhandlung von de la Rive und nicht die von ...i kannte. Letzterer hatte schon gefunden, dafs man ... gläserne als auch metallene Röhren und Gefäfse zu dem ...he anwenden könne, und er folgerte aus theoretischen ...en, dafs gehörig gestaltete Röhren von andern Substanzen ...falls dazu geeignet seyn müfsten, sobald nur die Luftsäule ...selben die zur Erzeugung eines Tones erforderlichen ...gungen annehmen könne. De la Rive wandte auch ... Röhren mit Erfolg an, erklärte sich aber namentlich ...olche von Pappe und Papier, weil sie ihm für die von ...genommene Reflection der Schwingungen nicht elastisch ...schienen; allein Faraday erhielt recht gute Töne in ei... aus zusammengerolltem Papiere gebildeten Röhre. Der... ...nd ferner, dafs man zwar am besten sich der Flamme ...ennenden Wasserstoffgases bedienen könne, dafs aber ...xydgas, ölerzeugendes- und Kohlen-Wasserstoffgas, ... rasch verbrennende Gasarten oder Dämpfe die Erschei... ...eichfalls hervorbringen, und dafs dieselbe auch dann er... ...werde, wenn man die Röhre über 100° C. erhitze, so ...o die Dämpfe in derselben nicht niedergeschlagen wer... Nach Faraday liegt die Ursache des Tönens nicht in ...hwingungen der Röhre, weil man diese ohne irgend ei... ...flufs umwickeln kann, sondern in den successiven Ex... ...n, und die Töne werden um so leichter erzeugt, bei ...gerer Temperatur diese Explosionen anhaltend erfolgen, ... dann durch die Wände der angewandten Gefäfse eine ...nz erhalten. Indefs läfst sich bald zeigen, dafs diese

1 S. Chladni die Akustik. Leipz. 1802. S. 91. §. 78. Dessen ... d'Acoustique Par. 1809. p. 85 §. 66.

2 Ann. Ch. Ph. VIII. 363.

Theorie zn den Erscheinungen nicht paſst. Manche Töne w den nämlich allerdings verstärkt durch die Resonanz, wie namentlich mit einer Stimmgabel leicht zeigen läſst, allein geändert rücksichtlich der Höhe und Tiefe können sie dad nicht werden. Die nämliche Flamme müſste also in jeder Rö den nämlichen, der Zahl ihrer Explosionen in einer gegeb Zeit proportionalen Ton geben, allein da dieser allezeit derjen ist, welchen das Gefäſs durch Hineinblasen giebt, so liegt hi in der evidente Beweis, daſs durch die Flamme die eingeschl sene Luftsäule auf eine ähnliche Weise in ihrer Beschaffenh angemessene Schwingungen versetzt wird, wonach also Ton in Gemäſsheit derjenigen Gesetze erzeugt wird, wel durch Chladni und andere für tönende Luftsäulen aufg den sind[1].

Zenneck's Abhandlung[2], die neueste über diesen Ge stand vor Faraday's Arbeit, setzt dem bisher Bekannten ni hinzu, vielmehr soll einiges bei den Versuchen nicht beob tet seyn, was sowohl früher als auch später von andern u sich und mit der Theorie übereinstimmend gefunden ist. B die interessante Zugabe findet man hier, daſs eine Flöte überhaupt jedes seitwärts durchbohrte Rohr verschiedene T giebt, wenn man das eine oder das andere Loch verschlie wie Chladni[3] gleich anfangs aus seiner Theorie folgerte, woraus sich also ergiebt, daſs die chemische Harmonica ih Wesen nach unter die Blaseinstrumente gehört. Daſs der T nicht mehr zum Vorschein kommt, wenn die Röhre im Inn zu sehr mit Wasser überzogen ist, rührt nach Chladni entw der daher, daſs die Schwingungen der Luftsäule durch die W sertropfen zu sehr gestört werden, oder daſs sie in einer M schung aus Luft und Wasserdampf wegen schnell wechsel Dichtigkeit an sich unmöglich sind. Nicht ohne Werth ist von Zenneck mitgetheilte Tabelle, welche die in Röhren angegebener Länge und Weite entstandenen Töne enthält, zur Vergleichung der in Röhren überhaupt erzeugten Töne di nen kann. Daſs aber der beim Hineinblasen erhaltene Ton lezeit höher gewesen seyn soll als derjenige, welchen die G

1 Vergl. *Schall.*

2 Schweigger's Journ. XIV. 14.

3 Neue Schrift. d. Ges. Nat. Freunde a. a. O.

Summe gab, streitet gegen die Resultate der gemeinsten Beobachtungen; sehr mit der Theorie übereinstimmend ist es dagegen, wenn Zenneck neben dem eigentlichen Tone noch die niedere Octave wahrnahm. Zugleich hält dieser die chemische Harmonica für geeignet, ein musikalisches Instrument abzugeben, welches aber Chladni gleich anfangs aus triftigen Gründen mit Recht verworfen hat. *M.*

Hebel.

Vectis; Levier; *Lever.*

Hebel heiſst im allgemeinsten Sinne des Wortes jede gerade oder krumme Linie, jede gegebene Fläche und jeder willkürlich gestaltete Körper, wenn man bei ihnen einen festen Punct annehmen kann, um welchen sie durch eine Kraft oder durch mehrere, auf willkürliche Angriffspuncte wirkende, Kräfte gedreht werden können. Der Begriff des Hebels wird selbst durch die Bewegung des festen Punctes nicht aufgehoben, wie denn z. B. namentlich die Gesetze des Hebels bei dem Gliederbau der Menschen und Thiere auch bei der Bewegung von diesen noch in Betrachtung kommen. Um aber dieses vielseitige Ganze unter einen gemeinsamen Begriff zu vereinigen, unterscheidet man den mathematischen und den physischen Hebel, construirt die Gesetze an dem ersteren und wendet sie dann auf den letzteren an.

I. Mathematischer Hebel.

Unter einem mathematischen Hebel versteht man eine gerade, krumme, in einen oder mehrere Winkel gebogene, unbiegsame Linie, welche in einem Puncte unterstützt von einer oder mehreren Kräften in verschiedenen Richtungen und mit willkürlichen Angriffspuncten zur Bewegung sollicitirt wird, und das Gleichgewicht ist dann hergestellt, wenn die Summe der Momente der nach verschiedenen Seiten wirkenden Kräfte $= 0$.

Die geometrische Construction und ein schulgerechter Beweis dieses Hauptgrundsatzes der Statik und Mechanik hat die Mathematiker von jeher ausnehmend beschäftigt. Der Kürze und Einfachheit wegen berücksichtigt man zuerst den *geradlinigen Hebel*, eine gerade unbiegsame Linie mit einem *Unter-*

stützungspuncte, dem *Bewegungs-* oder *Umdrehungspunct* (*centrum motus*; point d'appui; *centre of motion*) welcher letztere auf der Unterlage oder der Unterstützung (*hypomochlium*; *fulcrum*; appui, soutien; *prop*) ruhet. Liegt dann der Unterstützungspunct C zwischen den beiden Angriffspuncten der bewegenden Kräfte, welche vorläufig in paralleler Richtung wirkend angenommen werden, so heifst der Hebel ein *doppelarmiger*, *zweiarmiger* oder *zweiseitiger*; ein Hebel der ersten Art (*vectis heterodromus*; levier du premier genre; *lever of the first kind*); liegt dagegen der Unterstützungspunct seitwärts von beiden Angriffspuncten, so heifst der Hebel ein *einarmiger* oder *einseitiger*, ein Hebel der zweiten Art (*vectis homodromus*). Letztere Bezeichnung wird indessen in der Regel blofs von demjenigen Hebel gebraücht, bei welchem der Angriffspunct der bewegenden Kraft A am Ende, der der zu hebenden Last dagegen B in der Mitte liegt, und man nennt dann einen Hebel der dritten Art einen solchen, bei welchem die letztere Anordnung umgekehrt ist. Für die mathematische Theorie des Hebels und für die praktische Anwendung desselben ist die Abtheilung überhaupt ohne Nutzen und sollte billig nicht weiter beibehalten werden. Einige nehmen noch eine vierte Art Hebel an, welche z. B. beim Hammer am Stiele gegeben ist, allein dieses steht mit dem eigentlichen Begriffe des Hebels zu wenig im Einklange.

Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel.

Wenn man zunächst die mitgetheilte einfachste Construction des Hebels berücksichtigt, so heifst das allgemeine Hauptgesetz desselben: *Am geradlinigen mathematischen Hebel stehen senkrecht wirkende Kräfte im Gleichgewicht, wenn sie sich verkehrt wie ihre Entfernungen vom Ruhepuncte verhalten, oder das statische Gleichgewicht ist hergestellt, wenn die Producte der Längen der Hebelarme in die bewegenden Kräfte einander gleich sind*; also wenn $P\,l = p\,L$ oder $P : p = L : l$ ist

dieser Hauptgrundsatz beim Hebel, also bei der vorzüglichsten Fundamentalmaschine, ist in der gesammten Mechanik von gröfster Wichtigkeit, und war schon in den ältesten Zeiten bekannt. Archimedes[1] bezog denselben auf Flächen, welche durch verschiedene Kräfte in ungleichen Abständen von einem gegebenem Puncte um letzteren gedrehet werden sollen, verband ihn mit der Lehre vom Schwerpuncte, und setzte ihn eigentlich als Axiom ohne Beweis voraus. Wenn es nämlich gleich im ersten Satze heifst: „Gleich schwere Gröfsen in gleichen Entfernungen wirkend, sind im Gleichgewichte"; so gehört dieses mit Recht unter die Voraussetzungen. In der Folge ist dann die Art des archimedeischen Beweises eine indirecte, indem er zeigt, dafs der Satz gültig seyn müsse, weil kein Grund zu einer Bewegung vorhanden sey, diese daher auch nicht eintreten könne, mithin der Zustand der Ruhe erzeugt werde. Die anschaulichste Art der Darstellung dieses Beweises, wodurch mindestens die Sache auf eine elementare Weise ausreichend klar wird, ist folgende. Es sey die geometrische, den Hebel darstellende Linie AB in C unterstützt; in gleichen Abständen von diesem Unterstützungspuncte seyen die gleichen Gewichte α; β; γ; a; b; c; d; e; herabgelassen, so dafs die Linie AB ruhen, weil auf beiden Seiten alle Bedingungen gleich sind, folglich kein Grund vorhanden ist, warum entweder der eine oder auch der andere Hebelarm herabsinken sollte. Es mögen dann die drei Gewichte α; β; γ nach dem Parallelogramm der Kräfte in die mittlere Diagonalkraft in s vereinigt, sie selbst aber weggenommen werden, so kann keine Veränderung eintreten, weil s der Summe von α; β; γ; völlig gleich und also nichts verändert ist[2]. Geschieht auf gleiche Weise die Vereinigung von a; b; c; d; e; in S, wodurch also abermals keine Veränderung herbeigeführt, mithin das Gleichgewicht fortdauernd erhalten wird, so finden sich für diesen

Fig. 12.

---

1 De aequiponderantibus. Lib. I. prop. VI u. VII. in Archimedis opp. per Isaacum Barrow. Lond. 1675. 4. Archimedis Kunstbücher, übers. von J. C. Sturm. Nürnb. 1670. Fol. Erst. Buch. Archimedes von Syracus vorhandene Werke, a. d. Griech. übers. und mit erläuternden u. krit. Anm. begleitet von Ernst Nizze. Stralsund. 1824. 4. S. 1 ff.

2 Es ist kaum nöthig, hierbei bemerklich zu machen, dafs hiernach der Satz vom Parallelogramm der Kräfte als schon bewiesen vorausgesetzt wird.

neuen Zustand des Gleichgewichts die Längen der Heb
DC und EC = 5 und 3, die zugehörigen Gewichte abe
und 5, so dafs also P l = p L wird. Schon BARROW e
aber den archimedeischen Beweis für ungenügend, weil i
eigentlichen Sätzen VI und VII, wo von dem Schwerpun
vereinten Massen die Rede ist, ohne Beweis angenommen v
dafs dieser in vereinten Körpern unverändert bleibe. GRU
meint mit BARROW übereinstimmend, dafs das genannte
von ARCHIMEDES vielleicht verstümmelt oder nicht mit v
deter Genauigkeit ausgearbeitet sey. Die oben mitgetheilt
monstration nimmt als Axiom an, dafs keine Bewegung e
hen könne, wenn die Bedingungen an beiden Hebelarme
selben sind, oder wenn kein Grund hierzu vorhanden ist.
CHIMEDES drückt diesen Satz in seinen ersten Proposition
aus, dafs man eine Beziehung auf den Hebel deutlich dar
kennt, und einige glauben daher, dafs LEIBNITZ seinen
vom zureichenden Grunde hieraus entlehnt habe, wobei e
jedoch scheint, dafs dieser sich jedem, insbesondere einem
Geometrie gebildeten, Philosophen von selbst darbieten m

CARTESIUS[3] suchte einen anderen Beweis für das allg
ne Gesetz des Hebels, und fand diesen in seinem allgem
statistischen Grundsatze, dafs nämlich das wahre Vermög
ner bewegenden Kraft dem *Producte der bewegten Ma
ihre Geschwindigkeit* gleich sey. Dieser allerdings höchst f
bare Satz, auf welchen CARTESIUS und seine Anhänger
hohen Werth legten und in der Mechanik für gleich wich
den Pythagoreischen Lehrsatz in der Geometrie hielten, b
set das Gesetz des Hebels sehr einfach. Ist nämlich der
Fig. 13. ab mit den beiden ungleichen Gewichten P und p im Glei
wichte, und wird er in die Lage $\alpha\beta$ gebracht, so ver
sich die bewegten Massen wie P : p; die Geschwindig
aber wie die durchlaufenen Räume oder wie die Bogen a
Da diese Bogen aber gleichen Winkeln zugehören, so v
ten sie sich wie die Halbmesser ac : bc. Nach dem Gesel
CARTESIUS also verhalten sich die Kräfte, womit sich P

1 Statik fester Körper. Halle 1826. 8. S. 163.

2 Vergl. VINCE in Phil. Trans. 1794. I. 35.

3 Tract. de Mechan. in Opp. posth. Amst. 1701. 4.

bewegen, wie P $\times$ ac : p $\times$ bc und wenn P:p = bc : ac, so folgt

$$P \times ac = p \times bc$$

ber die bewegenden Kräfte sind einander gleich, streben aber am Hebel nach entgegengesetzten Seiten zu drehen, und müssen also nach dem allgemeinen Gesetze des Gleichgewichts in Ruhe bleiben. Gegen diesen allerdings scharfsinnigen Beweis, welcher eigentlich darauf beruhet, dafs es gleichen Aufwand von Kraft erfordern mufs, in gleicher Zeit 1 Pf. 2 F. hoch, als 2 Pf. 1 F. hoch zu heben, läfst sich einwenden, dafs das Axiom, worauf er beruhet, als solches, nicht Evidenz genug hat, und dafs für den Zustand der Ruhe beide Geschwindigkeiten = Null sind[1]. Dem letzteren Einwurfe begegneten die Cartesianer dadurch, dafs sie sagten es sey auch im Zustande der Ruhe das Streben nach Bewegung mit einer gewissen Geschwindigkeit (*sollicitatio ad motum*, *velocitas virtualis*) vorhanden, welche bei jeder Bewegung sogleich eintrete.

Is. Newton[2] betrat einen ganz entgegengesetzten Weg hinsichtlich der Begründung des ersten Grundsatzes der Mechanik, indem er das Gesetz des Gleichgewichts am Hebel auf das Parallelogramm der Kräfte zurückführte, und das Geschichtliche der Untersuchungen schliefst sich hiernach an die verschiedenen Bemühungen, einen allgemeinen Beweis für das Parallelogramm der Kräfte (*compositio virium*) zu finden[3]. Eben diesen Weg betrat nachher Varignon[4], welcher hierüber sehr ausführlich ist, und auf die Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte die ganze Statik und Mechanik gründet. Diese Methode, eine allgemeinere, welche man auch die analytische nennen kann, ist seitdem von den meisten französischen Geometern befolgt, und findet sich am vollständigsten und schönsten in Poisson's Mechanik[5], aber auch in verschiedenen neueren

---

1 Hutton Dict. I. 724 nennt es geradezu absurd, den Beweis für den Zustand der Ruhe bei einem Hebel aus dem Erfolge bei seiner Bewegung herzunehmen. Derjenige Beweis aber, welchen er giebt und der ähnliche, welchen Hamilton in seinem Essays aufstellt, scheint mir indefs nicht gegen jeden Einwurf gesichert.

2 Princ. Lib. I. Ax. 3 Cor. 2. p. 26. ed. Jacquier.

3 Vergl. *Bewegung* Th. I. S. 938.

4 Nouvelle mécanique ou statique. à Paris 1725. 4.

5 Traité de Mécanique analytique, Par. 1811. II Vol. 8.

deutschen Handbüchern, namentlich von Eytelwein[1], Bra des[2] und mit hinlänglicher Ausführlichkeit, lichtvoll, Nachweisung der Quellen und des Unterschiedes der Bewei dargestellt durch Grunert[3]. Der Zustand des Gleichgewi und der Bewegung des Hebels kommt hiernach auf die all meinen Gesetze der Bewegung zurück, wie diese durch die ve schiedenen sollicitirenden Kräfte erzeugt wird.

Mehrere französische Gelehrte dagegen, hauptsächlich Engländer und auch Deutsche, sind der anderen Methode, lich der durch Archimedes befolgten, getreu geblieben, nach das Gesetz des Hebels als Grundlage der gesammten chanik erscheint. Hiernach ist die Sache zwar einfacher auf elementare Weise leichter lichtvoll darstellbar, zugleich wird ein strenger Beweis dieses Gesetzes unumgänglich dert. Dieses suchte hauptsächlich d'Alembert[4] ansch zu machen, indem er sagte, man sey mehr bemüht gewesen, Gebäude der Mechanik zu vergröfsern, als dessen Eing Licht zu geben; man habe den Bau stets fortgesetzt, ohne gehörige Festigkeit des Grundes zu sorgen. De la Hire[5], Bernoulli[6], Maclaurin[7] und Kaestner[8] haben sich züglich um diesen Beweis verdient gemacht, und ist insbe dere die Darstellung des Letzteren in die meisten deutschen mentaren Lehrbücher übergegangen[9]. Derselbe beruhet zwei Axiomen[10], nämlich: 1. Zwei gleiche Gewichte am glei

---

1 J. A. Eytelwein Handbuch d. Statik fester Körper. Berl. 18 III Th. 8.

2 Lehrbuch d. Gesetze des Gleichgewichts u. d. Bewegung ster u. flüssiger Körper. Leipz. 1817 u. 18. II Th. 8.

3 Statik fester Körper. Halle 1826. I vol. 8.

4 Traité de Dynamique. A Paris 1743. 4. Préface.

5 Traité de Mécanique Par. 1695. Prop. I — IV.

6 Opp. T. IV. N. 177. §. V.

7 Account of Sir Is. Newton's philos. discoveries B. VII. Expositio Philosophiae Newtonianae; ed. Falck. Vindob. 1761. 4. II. Cap. III. p. 186.

8 Theoria vectis et compositionis virium evidentius expo Lips. 1753. 4.

9 Namentlich mit grofser Klarheit dargestellt durch Kant Lehrbegr. III. 35.

10 Die Art der Darstellung ist aus Grunert's oben angegeben

igen Hebel in gleichen Entfernungen vom Ruhepuncte müs- im Gleichgewichte seyn, weil auf keiner Seite eine Ursache Bewegung stattfindet; 2. die beiden Gewichte P und P′ drük- auf die Unterlage mit einer Kraft, welche der Summe ih- Gewichte gleich ist, und wenn man daher im Mittelpuncte Hebels eine dieser gleiche aufwärts wirkende Kraft anbringt, müssen die entgegengesetzten Kräfte P, P′ und (P + P′) mit ander im Gleichgewichte seyn; ein nicht durch sich selbst olut evidenter Satz; die Beweisführung ist dann folgende.

a. Am gleicharmigen Hebel sind die gleichen Gewichte P Fig. 14.
d P′ im Gleichgewichte nach Nr. 1., wenn die Entfernung =bc = A ist.

b. Da nach Nr. 2. das Gleichgewicht noch fortdauern muſs, an man in c eine Kraft = 2P aufwärts wirken läſst, so muſs Fig. 15.
es auch dann noch stattfinden, wenn man P wegnimmt, den ebel aber in a so befestigt, daſs er um diesen Punct gedrehet rden kann. Hiernach ist aber am einarmigen Hebel das ein- che Gewicht in doppelter Entfernung mit dem doppelten Ge- chte in einfacher Entfernung im Gleichgewichte.

c. Wird der eben beschriebene Hebel so verändert, daſs Fig. 16.
n ihn bis nach d verlängert, hier mit 2P beschwert, und it zugleich 2P in c ins Gleichgewicht bringt, so muſs nach 1. das Gleichgewicht fortdauern, und dieses wird auch dann Fall seyn, wenn man die beiden entgegengesetzten Kräfte c wegläſst, wonach also auch am zweiarmigen Hebel das infache Gewicht in doppelter Entfernung mit dem doppelten in facher Entfernung ins Gleichgewicht kommt.

d. Giebt man dem eben beschriebenen Hebel statt der fe- Fig. 17.
en Unterlage bei a ein Gegengewicht, welches der Summe beider Gewichte gleich ist, nimmt vom Ende d das Gewicht P weg und macht dieses unbeweglich, so muſs beim einarmigen Hebel das Gleichgewicht nach Nr. 2. abermals hergestellt seyn.

e. Verlängert man diesen Hebel bis e, und beshwert ihn Fig. 18.
rch die gleichen herabhängenden Gewichte = 3P, so muſs Gleichgewicht nach Nr. 1. wieder hergestellt seyn, und auch für den doppelarmigen Hebel nach Wegnahme der nder entgegengesetzt wirkenden Gewichte noch stattfinden,

---

e S. 166. entlehnt, wo sie lichtvoller als in der alten Ausgabe Wörterbuchs durch Gehler gegeben wird.

so dafs also auch hierbei das dreifache Gewicht in einfacher En fernung dem einfachen in dreifacher Entfernung vom Unte stützungspuncte das Gleichgewicht hält.

f. Es ist leicht zu zeigen, dafs man auf diese Weise dur stete Verlängerung des Hebelarms und die Vemehrung der G wichte um die anfängliche Einheit zu dem Satze gelangt, d für beide Arten des Hebels das einfache Gewicht in der n fach Entfernung dem n fachen Gewichte in der einfachen Entfern das Gleichgewicht hält. Um dann die völlige Allgemeinheit Gesetzes des Hebels zu erweisen, darf nur bewiesen werd dafs dasselbe auch für die $(n+1)$ fache Vermehrung gilt, wi es für die n fache erwiesen ist. Dieses kann aber auf folgen Weise geschehen. Es sey an einem gegebenen Hebel n P
Fig. 19. P im Gleichgewichte, wenn $cb = n(ac)$ ist. Wird dann eine $(n+1)$ P fache aufwärts wirkende Kraft angenommen, ist nach Nr. 2. das Gleichgewicht nicht aufgehoben, wenn den Hebelarm in a drehbar befestigt und n P wegnimmt. V längert man den Hebelarm von a bis d, so dafs $ac = da$ ist,
Fig. 20. läfst von d und c herab $(n+1)$ P hängen, so ist das Gleich wicht nach Nr. 1. bestehend, und mufs auch fortbestehen, w die gleichen entgegengesetzten Gewichte weggenommen wer Hiernach ist das Gesetz also für das $(n+1)$ fache Gewicht die $(n+1)$ fache Entfernung gültig, und da es oben für $n=$ bewiesen ist, so ist es auch für $n = 4$; 5; 6..... gültig, w man diese Zahlen nach einander $= n$ setzt, also ist seine All meinheit bewiesen.

g. Aus diesem Satze läfst sich dann umgekehrt folge allgemeine ableiten: *Wenn zwei an einem Hebel der einen o der andern Art wirkende Kräfte sich umgekehrt wie ihre E fernungen vom Ruhepuncte verhalten, so sind sie im Gleich wichte.* Dieser Satz begreift zwei, schon von Archim berücksichtigte Fälle, nämlich entweder die Kräfte P und stehen zu einander in einem rationalen Verhältnisse, sie commensurabel, oder sie stehen zu einander in einem irratio len Verhältnisse, sie sind incommensurabel. Der erste Fall an sich klar, im zweiten kann aber gezeigt werden, wie m sich auf die bekannte Weise der Grenze des rationalen Verh nisses bis auf eine verschwindende Gröfse nähern kann[1].

1 Auf welche Weise das allgemeine Gesetz des Hebels aus d *Principe der virtuellen Geschwindigkeit* abgeleitet werde, ist im A

Der hier erläuterten Theorie zu Folge, läfst sich jede gege-ne Last durch jede gegebene Kraft in Bewegung setzen, wenn an die Hebelarme willkürlich verlängert und verkürzt. So st sich mit einem Pfunde Kraft eine Last von tausend Pfun-n ins Gleichgewicht setzen, und die geringste Kraftvermeh-ng würde dann sogar eine Bewegung der tausendmal gröfseren st erzeugen[1]. Das Product der senkrecht auf den Hebel wir-nden Kraft in ihre Entfernung vom Ruhepuncte heifst dann s *statische Moment der Kraft*.

Schiefer Zug am Hebel.

Bei den bisherigen Betrachtungen wurden allezeit unter sich rallele und lothrecht auf die Hebelarme wirkende Kräfte ange-mmen. Obgleich indefs dieses in der Wirklichkeit nicht ein-al als Regel gelten kann, so lassen sich dennoch aus dem hier-r aufgefundenen Gesetze diejenigen sehr leicht ableiten, wel-e für den schiefen Zug und den Winkelhebel gelten. Auch rbei ist die Methode eine gedoppelte. Ist nämlich das Gesetz s Hebels aus der allgemeinen Theorie der wirkenden Kräfte gefunden, so dafs das Theorem vom Parallelogramm der äfte vorausgeht, so begreift dasselbe nicht blofs den geraden, ndern zugleich auch den schiefen Zug der Kräfte in sich; stellt n dagegen nach der Methode des Archimedes das Gesetz s Hebels voran, so wird der Beweis hierfür der Einfachheit egen am geradlinigen Hebel mit paralleler Richtung der auf e Hebelarme lothrechten Kräfte geführt, von diesem die Con-uction des schiefen Zuges abgeleitet, und hieraus der Satz m Parallelogramm der Kräfte gefolgert.

Eine nähere Betrachtung zeigt bald, dafs die Demonstra-n des schiefen Zuges der Kräfte am Hebel den Beweis vom rallelogramm der Kräfte voraussetzt. Gehler hat sie auf gende bekannte Weise gegeben. Ist der Hebelarm c b durch e Kraft b P um den Punct c zu drehen, und man fället das Fig. 21.
rpendikel c d, so kann man annehmen, es sey das ganze eieck b c d um den Punct c zu drehen, und wenn dieses durch

---

d *Geschwindigkeit* gezeigt, worauf ich daher verweise. Die Ein-dungen, welche Roberval aus seinem *problema staticum* dagegen nahm s. im Art. *Waage*.

1 Vergl. *Rad u. Getriebe*.

die Kraft d P geschieht, so ist das Moment der Kraft $= P$; wie beim gewöhnlichen Zuge am Hebel. Hierbei wird i c b offenbar als die Diagonale des durch b d und d c gegel Parallelogramms angesehen, worin b d als auf die feste U lage lothrecht drückend, oder mit einer solchen parallel la $= 0$ wird, und also c d allein in Rechnung kommt. Wir angenommene Satz aber einmal zugestanden, so führt die tere Demonstration GEHLER's dann allerdings zum Para gramm der Kräfte. Es seyen nämlich an den Hebelarme
Fig. 22. b c die Kräfte P und P′ angebracht. Man fället auf ihre I tung die Perpendikel $c\alpha$; $c\beta$; und erhält die Moment Kraft $P \times c\alpha$ und $P' \times c\beta$, so dafs das Gleichgewicht herg ist, wenn $P : P' = c\beta : c\alpha$, weil $P \times c\alpha = P' \times c\beta$ seyn Werden dann die Richtungen beider Kräfte verlängert, b sich in i schneiden, und zieht man die Linie c i in den D schnittspunct derselben, so giebt diese die Richtung an, in cher die Unterlage gedrückt wird, und wenn die Linien a c i über diesen Durchschnittspunct hinaus verlängert werde eine mit b i parallele sie schneidet, so erhält man das Dr die, dessen Seiten i d; d e; e i sich wie die Kräfte P′; P un Druck gegen die Unterlage verhalten. Dieses ist der Sat SIMON STEVIN[1] vom Gleichgewichte für drei Kräfte, näm wenn ein Körper durch drei Kräfte sollicitirt wird, welche wie drei mit ihnen parallele Seiten eines Dreiecks verhalte mufs er ruhen. VARIGNON[2] erhob diesen zn einem allgem Grundsatze der Statik, wozu er aber keineswegs genügende denz hat.

Ungleich besser kann die Construction des schiefen Z an den Hebelarmen nach GRUNERT[3] aus der Aehnlichkei
Fig. 23. Dreiecke abgeleitet werden. Es mag daher der Hebel a c b c die parallelen Kräfte P und P′ gezogen werden. Man fäll auf die Richtung der Kraft P und die rückwärts laufende Ve gerung der Richtung von P′ perpendikulär, so sind die Dre $ac\alpha$ und $bc\beta$ einander ähnlich. Indem aber nach dem Ge des Hebels

---

1 Beghinselen der Weghkonst. Amst. 1596. 4. Aus ihm ist TON's und HAMILTON's oben erwähnter Beweis des Hebelgesetze: nommen.

2 Nouvelle Mécanique ou Statique. A Paris 1725. 4.

3 Statik fester Körper. S. 170.

$P : P' = c\beta : c\alpha$

r die ähnlichen Dreiecke

$c\beta : c\alpha = cb : ca$

auch $P : P' = cb : ca$

mit also bewiesen, dafs für parallele Richtungen beider $P' \times c\beta = P \times c\alpha$ ist, also dafs hierbei die Perpendikel Richtungen der Kräfte oder ihre Verlängerungen als die der Hebelarme gelten können, so läfst sich dieser Satz n leicht auf jede willkürliche schiefe Richtung der ausdehnen. Aus diesem Satze läfst sich dann der Haupt-om Parallelogramm der Kräfte ableiten; wie dieses durch ner, Karsten u. a., auf eine elegante Weise namentlich J. G. Garnier[1] geschehen ist, hier aber nicht weiter er-werden kann. Uebrigens bedarf die Construction des He-it schiefem Zuge der Kräfte nicht allezeit des Fällens der dikel, vielmehr ist allgemein

$c\alpha : ca = \text{Sin. } caP : r$

$c\beta : cb = \text{Sin. } cbP' : r$

wird also aus $P' \times c\beta = P \times c\alpha$ für den Zustand des ewichts am Hebel

$P' \times cb \text{ Sin. } cbP' = P \times ca \text{ Sin. } caP.$

lso der Winkel, welchen die Richtung der Kraft mit dem me bildet, beim einarmigen Hebel φ, bei dem zweiar-ber φ und φ', und nennt man die Längen der Arme in Mafse gemessen L und l, so ist allgemein für den Zu-s Gleichgewichts:

$P'L \text{ Sin . } \varphi' = Pl \text{ Sin . } \varphi$

n findet das Moment der Kraft am Hebelarme, wenn Product der Kraft in die Länge des Hebelarmes mit dem es Neigungswinkels multiplicirt, welchen die Richtung ft mit dem geraden Hebelarme bildet. Aus diesem Satze afs bei paralleler Richtung der Kräfte das Gleichgewicht m Winkel bleibend erhalten wird.

ervon läfst sich leicht eine Anwendung auf den Winkel-(*vectis angularis*; Levier brisé) machen. Man ht hierunter eine unbiegsame Linie, welche aus zwei im ützungspuncte einen Winkel bildenden Linien besteht.

1 Leçons de statique cet. par J. G. Garnier. Par. 1811. I Vol. 48.

Sind zuerst die wirkenden Kräfte lothrecht auf die Hebel
Fig. 24. gerichtet, so kann das aufgestellte Gesetz des Hebels nich
geändert werden. Man beschreibe mit dem kürzeren H
arme ac um das Centrum c einen Kreis, verlängere bc bis
d den Kreis schneidet, und lasse auf den Radius cd eine
$\Pi = P$ perpendiculär wirken, so kann die Wirkung von Π
Wirkung von P gleich gesetzt werden, weil die Richtung
der gleichen Kräfte eine Tangente an den Kreis adf bildet
somit alle Bedingungen, welche die Umdrehung dieses Kr
um das Centrum c erzeugen, in beiden Fällen völlig g
sind. Indem aber $\Pi : P' = bc : dc$, so mufs auch $P : P' = b$
seyn, und es ist also auch beim Winkelhebel das Gleichgew
hergestellt, wenn $P \times ac = P' \times bc$. Bildet dagegen die R
tung der Kräfte mit den Hebelarmen einen spitzen oder s
Fig. 25. pfen Winkel, so kann man, wie oben, entweder die Per
dikel $c\alpha$; $c\beta$ auf die Richtungslinie der Kraft oder ihre Ve
gerung fällen, oder man erhält auch hier allgemein

$$\text{aus } P' \times c\beta = P \times c\alpha$$
$$P' \times cb \times \text{Sin. } cbP' = P \times ca \times \text{Sin. } caP$$
$$P' \times cb \text{ Sin. } \varphi' = P \times ca \text{ Sin. } \varphi$$

Ist der Hebel krummlinig, so wird hierdurch nichts abgeän
denn man darf nur vom Unterstützungspuncte eine gerade I
bis zum Angriffspuncte der Kraft ziehen, um den krummlin
Hebel auf den geradlinigen zurückzuführen.

Aus der Formel ergiebt sich, dafs der Factor Sin. φ v
bis 1 verschieden seyn kann, je nachdem der Sinus des Neigu
winkels des Hebelarmes mit der Richtung der Kraft von 0
180° wächst. Dafs der Factor nicht gröfser als 1 werden k
ist an sich klar, denn sonst müfste die Kraft mehr wirken
ihre Gröfse beträgt. Ist dagegen die Richtung der Kraft vo
Art, dafs sie den Hebelarm nicht umzudrehen, sondern in
ner Richtung nach einer oder der entgegengesetzten Seit
bewegen strebt, also mit demselben einen Winkel von 0°
180° macht, so ist Sin. 0° und Sin. 180° = 0, also die Wir
der Kraft, wie grofs diese letztere an sich seyn mag,
Dieser Satz ist in vielen Fällen der praktischen Anwendung
gröfster Wichtigkeit, und es folgt aus demselben namen
dafs ein durch willkürlich grofse Kräfte in der Richtung s
Fig. 26. Länge angespanntes Seil, z. B. wenn es über die Rolle
geschlungen durch die gröfstmöglichsten Lasten P, P anges

würde, nicht gerade gezogen werden kann, sobald es in dem ...me zwischen a, a mit irgend einem, auch nur seinem eige... Gewichte beschwert ist. Inwiefern dasselbe unter diesen ...dingungen des eigenen Gewichtes u. s. w. die *Kettenlinie* ...le, ist eine bekannte Untersuchung der Geometrie.

Anwendung des Hebels.

Die Untersuchung des mathematischen Hebels wird bloſs ... scharfen und bestimmten Construction der Gesetze wegen ...stellt, obgleich er übrigens in der Wirklichkeit physisch ...t darstellbar ist, insofern eine unbiegsame und zugleich ...t schwere Linie keine Existenz haben kann. Sobald daher ... Theile des Hebels körperlich, also auch schwer sind, nennt ... den Hebel einen *physischen*, und es ist leicht, die aufge...denen Gesetze auf denselben zu übertragen. Zu diesem Ende ...trachtet man den Hebel zuerst als einen mathematischen, in... man vom Unterstützungspuncte bis zum Angriffspuncte der ...aft eine geometrische Linie zieht, berechnet hierfür das sta...che Moment $= L \times p = l \times P$, bestimmt dann den Schwer...punct der Masse des Hebelarms, nimmt das gesammte Gewicht ... letzteren hierin vereint an, sucht die Entfernung desselben ... Unterstützungspuncte, addirt das Product jener Masse in ...se Entfernung zu dem schon gefundenen Producte der Kraft ... die Länge des Hebelarmes, und erhält das statische Moment ... Gleichgewichts, wenn beide auf diese Weise gefundene ...men einander gleich sind. Zuweilen ist es der Fall, z. B. ... einem nicht beschwerten Waagebalken, daſs die dem mathe...schen Hebel zugehörigen Producte der Kräfte in die Längen ... Hebelarme $= 0$ oder gar nicht vorhanden sind. Auf wel... Weise ferner der Schwerpunct der Masse, woraus der He...m besteht, allgemein gefunden werde, dieses soll in einem ...en Artikel[1] gezeigt werden, als leichtes Beispiel diene ...ndes. Es bestehe der Hebelarm aus einem Parallelepipe- Fig.
... ab, dessen Gesammtgewicht 12 ℔ betrage, dieses sey in 27.
... dessen Abstand vom Unterstützungspuncte $= 2$ ist, mit ... ℔ = P beschwert, die Länge des andern Hebelarmes sey 10, der Schwerpunct des Hebelarmes a falle in α, von b in β, ... das Gewicht sey dort $= 2$, hier $= 10$. Es fragt sich, wie

1 S. *Schwerpunct.*

grofs p seyn mufs, damit das statische Moment des Gleichge-wichts hergestellt werde. Hier hat man $100 \times 2 + 2 \times 1 =$ $x \times 10 + 5 \times 10$, woraus $x = 15,2$ gefunden wird, und so

Fig. 28. die Rechnung $202 = 202$ giebt. Wäre dagegen der einarmi Hebel ab in c unterstützt, die Länge $ca = 1$; $ab = 6$; $P =$ und das Gewicht der Stange selbst $= 10$; die Entfernung d Schwerpunctes α vom Unterstützungspuncte $= 3$; so wäre 30 $\times 1 + 10 \times 3 = x \times 6$, woraus $x = 55$ gefunden würde. wie man übrigens in den beiden angegebenen Fällen die unbekannte Kraft finden kann, wenn die übrigen fünf Stü der Gleichung gegeben sind, eben so kann jedes einzelne di letzteren als unbekannt gefunden werden, wenn jenes glei falls bekannt ist. Ist das Verhältnifs der Längen der He arme unbekannt, so läfst sich dasselbe bei gegebenen Gew ten und bekannter Länge des ganzen Hebels finden. Es nämlich, die letztere $= \lambda$ gesetzt, nach der allgemeinen Gl chung für den mathematischen Hebel $P\frac{\lambda}{x} = p\frac{\lambda}{\lambda - x}$, wo

$\alpha = \frac{P\lambda}{P + p}$ gefunden wird. Wäre z. B. ein Gewicht von 20 $= P$ mit einem Gewichte von 5 ℔ $= p$ an einer Stange 10 F. $= \lambda$ ins Gleichgewicht zu setzen, und man fragte, das Verhältnifs der Längen beider Hebelarme seyn müsse,

wäre $x = \frac{P\lambda}{P + p} = \frac{200}{25} = 8$; also $P\frac{\lambda}{x} = p\frac{\lambda}{\lambda - x}$ würde $=$

$\times \frac{10}{8} = 5 \times \frac{10}{2}$ oder $20 \times 1,15 = 5 \times 5$ also $25 = 25$.

nämliche Gleichung pafst auch für den Fall, wenn eine ge bene Last an einer Stange, das Gewicht der letzteren nicht rechnet, mit ungleichen Kräften gehoben werden soll, z wenn zwei Personen von ungleicher Stärke eine Last an ein Stange tragen oder zwei ungleich starke Pferde neben einand an einem Wagen ziehen sollen. Beträgt die gesammte zu tigende Last 100 ℔, soll sie so vertheilt werden, dafs auf einen Theil 80, auf den andern 20 ℔ kommen und ist die Län der ganzen Hebelstange $= 10$, so hat man, wie oben, $P =$

$p = 20$; $\lambda = 10$, also $x = \frac{P\lambda}{P + p} = \frac{80 \times 10}{80 + 20} = \frac{800}{100} = 8$,

$P \times \frac{\lambda}{x} = p \times \frac{\lambda}{\lambda - x}$ also $\frac{800}{8} = \frac{200}{2}$. Die Hebelstange m

also im Verhältniſs von 8 zu 2 getheilt werden, wobei dann $Pl = pL$ für den Zustand des Gleichgewichts $80 \times 2 = 20 \times 8$ giebt[1].

Hierbei muſs dann aber zugleich berücksichtigt werden, welchen Winkel die Richtungen der Kräfte mit den Hebelarmen bilden. Sind jene Richtungen parallel, z. B. wenn eine groſse und kleine Person eine Last auf einer Stange halten, wenn dieselbe bergauf- oder bergab - wärts getragen wird, wenn die Waage, woran die Pferde ziehen, eine schiefe Richtung erhält u. s. w., so wird das Verhältniſs der anzuwendenden Kräfte nicht geändert. Dieses findet indeſs nur dann statt, wenn der Schwerpunct der Last genau auf den angenommenen Punct drückt, z. B. wenn sie an dem Hebel aufgehangen ist; ruhet sie aber auf demselben, und der Hebel erhält eine Neigung gegen den Horizont, so verändert sich die angenommene Abtheilung der Hebelarme. Wäre z. B. die Horizontalebene AB, die Neigung Fig. des Hebels AC, die Abtheilung seiner Arme Ac und cC, so 29. würde sie statt dessen $= A\gamma$ und γC werden[2].

Aehnliche Aufgaben lieſsen sich noch mehrere mittheilen, allein sie lassen sich auf die angegebene Weise leicht auflösen. Sind dagegen Länge des Hebelarms und Gröſse der Kraft zugleich unbekannt, so erhält man eine unbestimmte Gleichung. Alles das bisher Gesagte paſst zugleich auch auf die Vereinigung mehrerer Hebel mit einander, wovon gleichfalls mehrfache praktische Anwendungen gemacht werden. Wollte man z. B. drei Hebel zusammenfügen, deren Arme das Verhältniſs von 4:1 Fig. hätten, so würde $p:P = 1:4^3$ seyn. 30.

Anwendungen des Hebels finden sich in so groſser Menge, daſs es weder möglich noch nützlich ist, sie sämtlich hier namhaft zu machen. Dahin gehören unter andern der *Hebebaum*, die *Heblade*, die *Waage*, der *Schubkarren*, *Spaten*, *Scheren*, *Messer* u. s. w. Bei einigen ist die Anwendung der Hebelgesetze so einfach und leicht, daſs es sich nicht der Mühe lohnt, sie an denselben näher nachzuweisen, die wesentlichsten dahin gehörigen Maschinen aber werden in eigenen Artikeln näher beschrieben. Bloſs der *Hebebaum*, eine der einfachsten An-

1 Vergl. G. G. Schmidt Anfangsgr. der Math. Fr. 1798. 8. Th. II. S. 10.

2 J. Leslie Elements of Nat. Philos. Edinb. 1823. I. 157.

wendungen des Hebels, möge hier kurz erwähnt werden. Dieses ist ein bloſser Baum, welcher von den Handwerkern und sonstigen Arbeitern häufig zum Fortschaffen schwerer Lasten theils als Hebel erster, theils als zweiter Art gebraucht wird. Fig. 31. Letzteres geschieht am häufigsten, und wird daraus ersichtlich, wenn cb einen Baum vorstellt, welcher in c auf einer festen Unterlage ruhet, in b mit der Hand gehalten wird und nicht weit von seinem Ende die Last A trägt. Als Hebel der ersten Art, oder als zweiarmiger erscheint der Hebebaum, wenn er Fig. 32. in c ruhet, auf dem Arme ac die zu hebende Last A trägt, und am andern Arm b mit der Hand bewegt wird. Bäume, vermittelst deren groſse Schrauben umgedrehet werden, Stangen, mit deren Hülfe man Walzen umdrehet, welche mit groſsen Lasten beschwert sind, der *Geisfuſs* der Maurer und unzählige andere Werkzeuge, gehören gleichfalls unter diese Classe.

M.

Heber.

Sipho; Siphon; *Siphon or Syphon.*

Die Theorie des Hebers wird in der Physik mit den Untersuchungen der Aërostatik verbunden, weil die Wirkung der Heber bei fehlendem Luftdrucke aufhört; indeſs finde ich diese an sich sehr leichte Theorie meistens nicht mit derjenigen Deutlichkeit abgehandelt, deren sie fähig ist. Will man nämlich das Laufen des Hebers unmittelbar auf den Druck der Luft zurückführen, so kann man nicht gut der Einwendung entgehen, daſs der Luftdruck gegen die Flüssigkeit im längeren Schenkel stärker ist, als im kürzeren, weil der Druck der Atmosphäre nach unten wächst, und daſs sonach der Heber umgekehrt flieſsen müſste. Auf folgende Weise scheint mir die Sache klarer zu werden.

Hat man eine communicirende Röhre von beliebiger Form, Fig. 33. Weite, Krümmung u. s. w. mit irgend einer Flüssigkeit gefüllt, so wird letztere in beiden Schenkeln im Gleichgewichte seyn, wenn die lothrechte Höhe cd in beiden dieselbe ist, und das Niveau $\alpha\alpha$ in beiden wird eine horizontale Ebene bilden. Dieser hydrostatische Fundamentalsatz bedarf hier keines Beweises noch einer weiteren Erläuterung, sondern kann als ausgemacht angenommen werden. Indem aber das hiernach bestehende

vicht eine Folge der Schwere dieser Flüssigkeit ist, so
uch weder aufgehoben noch abgeändert werden, wenn Fig.
Röhre umkehrt, und es muſs also die Säule der Flüs- 34.
Schenkel cb derjenigen im Schenkel ca in der Art das
richt halten, daſs keine die andere herabsinken läſst,
an voraussetzt, daſs beide durch eine gleiche Kraft in
ıkeln der Röhre zurückgehalten, und am Herabfallen
werden. Die hierzu erforderliche Kraft ist aber im Dru-
mosphärischen Luft gegeben, welcher eine Wassersäule
'ar. F. Höhe, und von jeder andern eine lothrechte
heben vermag, deren Länge $= \frac{32}{w}$ Par. F. beträgt,
das specifische Gewicht derselben bezeichnet. Wäre
Röhre von der hier angenommenen Gestalt so enge,
Luft nicht neben der enthaltenen Flüssigkeit eindringen
m sich als die leichtere über die schwerere zu erheben,
: es möglich, ein ebenes Niveau der Flüssigkeit in den
ı a und b bleibend zu erhalten, so würde keine von
iulen herabsinken; allein dieses ist fast eben so un-
als eine Kugel auf der Spitze einer Stecknadel zu ba-

ıld das Niveau $\alpha\alpha$ aufhört ein horizontales zu seyn,
mach das Gleichgewicht aufgehoben werden, und die
also auch schwerere, Säule wird herabsinken. Es Fig.
emnach die Höhen ac und bc einander gleich, zu der 35.
Flüssigkeitssäule möge aber noch be hinzukommen, so
ser letztere Theil der Säule herabfallen, weil er nicht
inen ihn in entgegengesetzter Richtung bewegenden
andern Schenkel des Hebers zurückgehalten wird. Um
lie Nothwendigkeit einzusehen, darf man sich den He-
, wie anfänglich, als umgekehrt vorstellen, in welchem
› in umgekehrter Richtung herabsinken, und ca heben
Bezeichnet also α das Niveau der Flüssigkeit in einem
, in welche der eine Schenkel des Hebers herabgesenkt
lie Oeffnung des andern Schenkels, welcher entweder
abhängt oder in ein anderes Gefäſs gesenkt ist, so wird
ssigkeit aus der Oeffnung e herabflieſsen, und zwar mit
Geschwindigkeit, welche dem Unterschiede beider Ni-
. oder der Höhe der Säule cb nach einem gewissen Ge-
proportional ist. Soll dann diese letztere in Folge ihrer

Schwere herabfallen, so müfste sie sich bei b, als bis sie im Gleichgewichte gehalten wird, trennen, hier al luftleerer Raum entstehen, welches aber unmöglich : lange das Gewicht von b e den Gegendruck der Luft nich steigt, die Höhe also nicht mehr als $\frac{32}{w}$ Par. Fufs nach d gen Bestimmung beträgt. Aus dieser Ursache aber w herabfallende Säule b e die an sie grenzende mit sich herab und wenn dann die lothrechte Höhe c d geringer ist als $\frac{3}{\text{ }}$ so dafs in der ganzen Röhre b c a kein Vacuum entstehei so wird die Flüssigkeit im Schenkel a c gehoben werden ı Schenkel c e herabfliefsen. Das Gewicht der Säule b ı also, wenn letztere herabfallen soll, zugleich die Flüssig der Röhre a c b in Bewegung setzen, und namentlich de häsion an die Röhrenwände überwinden, wozu eine na Bedingungen verschiedene Kraft erfordert wird. Dürft diese letztere vernachlässigen oder als stets gleichbleibe sehen, so würde die Geschwindigkeit des Herabfliefsens somit auch die Menge der ausfliefsenden Flüssigkeit dem schnitte der Heberröhre multiplicirt in die Quadratwurz Höhe b e proportional seyn[1].

In dem hier Mitgetheilten, wenn man insbesonde gleich berücksichtigt, dafs bei communicirenden Röhre welche die Construction des Hebers zurückgeführt, is Weite derselben eben so wenig als auch die verschiede sten Krümmungen irgend einen Einflufs auf den gleich Wasserstand in beiden ausüben, liegt also die ganze e Theorie des Hebers mit den sehr zahlreichen Anwen desselben. Die Bedingungen des Fliefsens beim Hebe demnach 1. dafs der denselben bildende Canal überall l verschlossen sey, weil sonst die Luft in denselben eind als leichtere Flüssigkeit den Raum a c b einnehmen und ihre Elasticität den Gegendruck der atmosphärischen Luft die Wassersäulen in den Schenkeln a und e aufheben 2. dafs die lothrechte Höhe c d nicht mehr betrage als : Fufs und 3. dafs das Niveau der Flüssigkeit in e tiefer l

---

1 Vergl. *Hydrodynamik.*

weil sonst das Gleichgewicht hergestellt ist, und das ...en aufhört. Dabei muſs, wie sich von selbst ver... der eine Schenkel, welchem das höhere Niveau der ...gkeit zugehört, oder es müssen beide Schenkel in die ...gkeit eingetaucht seyn. Wäre daher z. B. der Heber acb ... Gefäſs mit Wasser gesenkt, die Weite der Röhre nicht Fig. 86. ...r als etwa 1 bis 2 Lin. angenommen, damit nicht das ...r neben der aufsteigenden Luft herabflieſsen könne, und ...er Wasserspiegel bei a und das Ende der Röhre in einer ...ntalen Ebene, oder ginge die Flüssigkeitssäule nicht wei... ...s bis zu diesem Puncte b herab, so müſste derselbe still ... Senkte man ihn dann so tief in die Flüssigkeit, daſs b ...ch β herabkäme, so würde so viel von der Flüssigkeit ...men, bis der Flüssigkeitsspiegel und β die horizontale ... $\alpha\beta$ bildeten, und der Heber müſste abermals stillstehen. ... man ihn dann wieder bis soweit in die Höhe, daſs β an ...t von b käme, ohne die Flüssigkeit im Gefäſse zu ver..., so würde sich die Flüssigkeit in entgegengesetzter ...ng von b durch c nach a bewegen, der Heber sich mit ...llen, und sein Flieſsen überall aufhören.

...er Heber war schon den Alten bekannt, und es ist merk..., in wie vielfacher Gestalt Heron von Alexandrien[1] die ...dung desselben gezeigt hat. Indeſs leitete man bekannt...se Erscheinungen nicht vom Luftdrucke ab, sondern ...er anziehenden Kraft des leeren Raumes. Bei der Be...ung der wichtigsten Anwendungen des Hebers werde ...leich anzeigen, welche dann schon beim Heron vor...n.

... Allgemeinen ist oben bei der Demonstration des Hebers ...mmen, daſs derselbe gefüllt seyn müsse, weil sonst das ...ewicht der Flüssigkeitssäulen und das Herabfallen der ... derselben nicht stattfinden kann. Diese Bedingung ist ...n sofern eine nothwendige, als ein Flieſsen der Flüssig...r die Wirkungen des Hebers nothwendig möglich seyn ... So lange nämlich der obere Raum bei c mit Luft erfüllt

... Heronis Alex. Spiritualium Liber, a Federico Commandino Ur... ex Graeco in Latinum conversus. Acced. Jo. Bapt. Aleotti qua... Theoremata Spiritualia, ex Italico in Lat. conversa. Amst. 1680. ...raece Paris 1593. Fol. Inter Vett. Mathemat. opera. graece

ist, kann kein Fliessen des Hebers stattfinden, obgleich die wesenheit eines nicht über die erforderliche Grenze grossen, Luft erfüllten, Raumes dieses keineswegs unmöglich m

Fig. 37. Wäre z. B. der Raum ge mit Luft gefüllt, und die lothr Höhe der Säule eb grösser als die von af, so könnten beide der im Gleichgewichte bleiben, noch auch könnte die Flü keitssäule af die längere eb nach sich ziehen, und ein Zur fliessen des Hebers bewirken, so dass derselbe also nothwe bei b ausfliessen muss. In diesem häufig vorkommenden I wird bei einer nicht zu weiten, und bei b einen hinlängli Ausfluss gewährenden Röhre die Säule eb herabfliessen, Flüssigkeit in gcfa nach sich ziehen, bis die Grenze bei g terhalb e herabsinkt, und dann der Heber auf die gewöhnl Weise zu fliessen fortfährt. Ist dagegen die Röhre etwas ter, die Ausflussöffnung bei b aber enger, so wird von g h bis e ein Herabfliessen an den Wandungen der Röhre stattfin welches gerade hinreicht, um den Ausfluss bei b zu erset und die Luft wird sich fortdauernd im Raume ge erhalten. hat nicht völlig die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft, dern wenn die letztere = d, ihre eigene Dichtigkeit = und die Länge der Säule eb = l in Par. Fussen ausgedrückt he so ist $d' = d\,(1 - \frac{lw}{32})$.

Das Füllen der Heber geschieht in den bei weitem mei Fällen durch Sauger, indem man die Luft aus dem Ende Schenkels b durch Saugen mit dem Munde wegnimmt, bis in demselben befindliche Flüssigkeitssäule länger ist, als di andern Schenkel und der Heber von selbst fliesst. Man k durch Saugen fast ein vollständiges Vacuum hervorbringen, hiernach kann kein Heber so hoch seyn, dass man nicht Stande wäre, ihn auf diese Weise zu füllen. Indess kö der Fall kommen, dass man bei der Einsenkung beider Sc kel in die Flüssigkeit, oder wenn das Ende b der Röhre dem Munde nicht erreichbar wäre, den Heber zu füllen wün te, und dann wäre es einfach, die Luft an der oberen Bie

Fig. 38. durch Saugen an der Röhre c wegzunehmen, den Hahn her zu schliessen, und auf diese Weise das Fliessen des Heber bewirken, eine Einrichtung, welche zwar vorgeschlagen, nicht sehr gebräuchlich ist. Auch an den Schenkeln a u können Hahnen angebracht, und diese verschlossen we

t dann der Heber durch c gefüllt und mit den Schenkeln in Flüssigkeiten getaucht, so wird er nach dem Oeffnen der ren und dem Verschliefsen des oberen Hahns zu fliefsen angen. Man hat indefs wohl an kleineren Hebern diese Einung, dafs man oben ein Rohr zum Aussaugen der Luft angt, dieses dann nach dem Saugen mit dem Finger verliefst, oder so lange zwischen den Lippen hält, bis das Flie- des Hebers beendigt ist. Dieses geschieht in denjenigen n, wenn man Flüssigkeiten, welche ekelhaft, oder den en des Mundes durch ihre Berührung gefährlich sind, über lockeren Bodensatze wegnehmen will, damit letzterer t durch eine Bewegung des Gefäfses wieder mit der geklär- Flüssigkeit gemengt werde. Man bringt dann meistens an unteren Theil des längeren Schenkels b die aufwärts gebo- Fig. e Röhre bd an, senkt den kürzeren in die Flüssigkeit, ver- 39. iefst die Mündung des längeren bei b mit dem Finger, saugt d, bis bc sich mit der Flüssigkeit gefüllt hat, worauf dann Heber weiter fliefsen wird. Ein solcher Heber heifst ein *elter* (siphon double ou de laboratoire), bei einigen iftstellern auch ein *pharmaceutischer*. Sonst kann man den ber auch als eine communicirende Röhre umkehren, anfüllen, beiden Schenkelöffnungen mit den Fingern verschliefsen, rmals in seine gehörige Lage umkehren, und den einen oder de Schenkel unter die Flüssigkeit getaucht öffnen, worauf er fliefsen anfangen wird.

Eine sinnreiche Methode zur leichten Füllung des Hebers folgende durch Bunten angegeben[1]. Man bläst den länge- Schenkel an einer Stelle nicht weit unter der Biegung zu Fig. er Kugel g auf, füllt diese und einen Theil des Schenkels 40. der Flüssigkeit, kehrt den Heber um, und senkt den kür- n Schenkel in das erfüllte Gefäfs, so wird die herabflie- de gröfsere Menge der Flüssigkeit in der Kugel den längeren erarm füllen, und das Fliefsen bewirken, während sie t sich ohne Nachtheil mit Luft füllt. Ein anderer, nicht der sinnreicher Vorschlag ist durch Hempel[2] gemacht. Um Heber zu füllen, wird der kürzere Schenkel a in die ge- Fig. 41.

---

1 Journal de Pharmacie 1824. Avril. p. 189. Daraus in Edinb. m. of Science. Nr. 11. p. 343.

2 Ebend.

krümmte Röhre g gesteckt, und dann in die Flüssigkeit he gesenkt. Man giefst hierauf Flüssigkeit in den Trichter d, sich auch der längere Schenkel gefüllt hat, zieht dann Ende a des kürzeren Schenkels aus der Röhre g, und der H wird zu fliefsen fortfahren. Der Construction des doppelten bers ähnlich ist eine durch BAUMGARTNER[1] angegebene.
Fig. 42. längere Schenkel des Hebers acb wird bei b wieder umgebo und die lange Röhre bg endigt oben in einen Trichter, in Biegung bei b aber befindet sich ein kleines Loch. Letzt wird mit dem Finger verschlossen, und in g Flüssigkeit ge sen, bis diese bis an c hinaufsteigt, dann wird das Löchel bei b geöffnet, und der Heber fängt an zu fliefsen. Sind Flüssigkeiten, welche man mit einem Heber aus einem Ge in ein anderes überführen will, von der Art, dafs sie d eine geringe Bewegung nicht getrübt werden, so kann dem nen Schenkel unten ein Ventil gegeben werden, und man hält den sogenannten Ventilheber (siphon à soupape), weniger bekannte Vorrichtung, welche aber noch oben den Vortheil gewährt, dafs ein zufälliges Erheben des läng Schenkels die Flüssigkeit nicht sogleich rückwärts fliefsen m jedoch mufs auch die Strömung im Heber stark genug s um das Ventil stets offen zu erhalten. Die einfache Vorri tung hat grofse Aehnlichkeit mit der *Mayer'schen Röhre*[2]. I
Fig. 43. Heber acb ist auf die gewöhnliche Art gebogen, am kürz Schenkel a aber mit einem kleinen Gefäfse versehen, auf de Boden sich ein gewöhnliches Klappenventil befindet, wel sehr leicht beweglich seyn mufs. Wird dieses Ende unter Niveau der Flüssigkeit *aa* getaucht, so füllt sich dasselbe einem Theile der Flüssigkeit, und wird dann der Heber st weise auf und nieder bewegt, so hebt sich die Flüssigkeit mehr in diesem Schenkel, indem das Ventil kein Zurückflie gestattet, steigt über den höchsten Punct der Krümmung h hinaus, und mit Hülfe einiger Neigung fängt der Heber an fliefsen[3].

Endlich kann man mit einiger leicht zu erlangenden I tigkeit einen Heber auch durch schnelles Einblasen der l

1 Zeitschrift für Physik und Mathematik. Wien 1826. 1. 70.
2 S. Th. I. S. 266.
3 Encyclop. méthod. T. IV. p. 584.

en. Der gewöhnliche Heber acb ist von a nach d wieder wärts gebogen. Unten bei a befindet sich ein kleines Loch, ch welches sich die beiden Schenkel bei a mit der Flüssigt bis zum Niveau derselben füllen. Bläſst man hernach in d, wird die Säule der Flüssigkeit $\alpha a \alpha$ durch das Löchelchen ht so schnell entweichen können, vielmehr über c hinausgeben werden, und den Heber zum Flieſsen bringen, wenn hierzu lang genug ist[1]. Fig. 44.

Die Geschwindigkeit des Flieſsens beim Heber, und dienach auch die Menge der Flüssigkeit, welche er liefert, mt ab, je mehr sich das Niveau in beiden Schenkeln dem izontalen nähert, und wird = 0, wenn Letzteres wirklich getreten ist. Es läſst sich indeſs auch ein in vielen Fällen Nutzen anwendbarer Hebel construiren, welcher einen stets chmäſsigen Abfluſs giebt. Zu diesem Ende läſst man auf Oberfläche der Flüssigkeit $\alpha\alpha$ den hohlen Kranz BB schwim-, steckt durch eine Oeffnung in demselben den einen nkel a des Hebers, während der andere über den Rand des ses hinausragt. So wie dann das Niveau der Flüssigkeit t, wird auch der Kranz hinabsinken, und auf diese Weise Unterschied des Niveau's in beiden Schenkeln, also auch Geschwindigkeit des Abflieſsens unverändert erhalten werden. Fig. 45.

Da der Heber um so schneller flieſst, je tiefer der längere nkel unter Niveau der Flüssigkeit im Gefäſse herabgeht, so sich der hierdurch bewirkte Fall der Flüssigkeit zum Steidenselben wieder benutzen, und man erhält den sogenann *Springheber*. Bei demselben ist nichts weiter erforderlich, das untere Ende der Röhre wieder aufwärts zu biegen und in Spitze auszuziehen, worauf dann der aufspringende Wasstrahl be sich zwar nicht bis zum Niveau des Wassers im Geerheben kann, wohl aber um so weniger unter dieser Höhe ben wird, je geeigneter das Verhältniſs der Oeffnung bei b, Weite der Röhre und die übrigen Bedingungen zur Erzeung einer möglichst hohen Sprunghöhe sind. Ist das Ende b t einer kreisförmigen Scheibe oder einem Ringe versehen, rin sich eine Menge kleiner Löcher befinden, so erhält man Fig. 46. Fig. 47.

1 G. G. Schmidt Hand- und Lehrbuch d. Physik. Gieſsen 1826. 209. Vergl. Lowitz Sammlung der Versuche, wodurch sich die genschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnb. 1754. 4.

den sogenannten *Sonnenheber* (siphon à soleil), eine Spielerei, welche keiner weiteren Erläuterung bedarf. So Spielereien mit Hebern findet man bei Wolf[1], Lehmann in Menge schon beim Heron von Alexandrien.

Nicht ganz überflüssig für die Theorie ist der unterbro Heber (*sipho interruptus*) und zugleich ist dieser als Sp interessant, wenn man ihn mit einer Röhre verbindet, u nen aufspringenden Wasserstrahl zu erhalten, (siphon d' eau dans le vide). Unter den verschiedenen Arte

Fig. 48. Construction scheint mir folgende die beste zu seyn. De serne Cylinder AB, welcher am besten bei A mit einen fse versehen wird, um ihn darauf zu stellen, hat unten messingne Fassung *yy*, welche in der Mitte durchbohrt ist das eingeschrobene, bei e in eine Spitze zulaufende Ro aufzunehmen. Ehe dieses eingeschroben wird, muſs zuvo zweite, ungleich längere, und bei d gebogene, Rohr d b gl falls eingeschraubt seyn, indem dieses Einschrauben der u holfenen Länge wegen auf allen Fall besser ist, als das Fe then desselben. Ist das Rohr d b fest, so gieſst man durc Oeffnung des herausgenommenen Rohrs a e etwa ein gem Trinkglas voll Wasser in den Cylinder, schraubt das Rol ein, kehrt den Heber um, so daſs das Rohr a e in das Wa gefäſs D gesenkt ist, das Wasser im Cylinder flieſst durc Rohr d b herab, und der Heber fängt an zu springen, d aber dauert so lange, als der Verlust des durch das Roh abflieſsenden Wassers durch das aus der Oeffnung e spring wieder ersetzt wird. Die Erscheinung ist übrigens ganz fach durch die Länge des Schenkels d b bedingt. Denkt sich nämlich die Springröhre e bis an das Ende des C ders verlängert, dort wieder umgebogen, und bis in die (nung des andern Schenkels d b zurückgeführt, so würde Wassersäulen in beiden Schenkeln über dem Niveau *aa* das Gleichgewicht halten, die in dem Ende des langen Sc kels unter *α* bis b befindliche aber durch die ihrer Höhe portionale Fallgeschwindigkeit eine dieser letzteren gleic proportionale Geschwindigkeit des Flieſsens des Wassers in j

1 Elementa Matheseos. Hydraul. §. 79. SO.

2 Dissert. de Siphonibus. Lips. 1710. 4.

Theilen der Schenkel erzeugen, und werden dann diese
mmen, so muſs das Wasser aus e zu einer dieser Ge-
digkeit proportionalen Höhe springen, welche durch die
verminderte Dichtigkeit der Luft im Cylinder und den
h etwas geringeren Widerstand derselben gegen den Was-
l noch um eine Kleinigkeit vermehrt werden wird.
e minder interessante Spielerei mit dem Hebel ist die
nte *fraterna caritas*. Aus einer hohlen gläsernen Ku- Fig.
einem anders gestalteten Raume A laufen 2 oder 3 oder 49.
gläserne, etwa zwei Lin. weite und oben gebogene
us, gehen dann unten lothrecht herab, und werden
so viele Gefäſse mit Wasser gesenkt, nachdem vorher
rat umgekehrt, und mit Wasser angefüllt ist, wobei
aus dem Raume A herabflieſsend die Schenkel a, b, c,
so lange voll erhält, bis man ihre Mündungen in die
vorher mit Wasser gefüllten Gefäſse hinabgesenkt hat.
der Mühe werth, so könnte man den Apparat beque-
hten, den gemeinschaftlichen Verbindungsraum aller
A oben mit einer geeigneten Fassung versehen und
en Hahn verschlieſsen, um die Luft in demselben durch
it dem Munde oder einer kleinen Pumpe luftleer zu
Indem aber jedes einzelne harabgehende Rohr mit ei-
der andern einen Heber bildet, so wird das Niveau
efäſsen in der nämlichen horizontalen Ebene liegen,
gleiche Niveau wird auch sofort wieder hergestellt
wenn man dem einen der Gefäſse etwas zusetzt oder
lben wegnimmt, und von dieser stets gleichmäſsigen
ng hat der Apparat seinen Namen erhalten.
der belehrendsten Modificationen des Hebers ist die
t füllende, und wieder entleerende, schon dem He-
nnte, *diabetes*, welcher unter den vielfachsten Ge-
gestellt werden kann, und meistens als ein versteckter
gerichtet wird. In das bodenlose gläserne Gefäſs A Fig.
n ein Kork e e gekittet, welcher durchbohrt ist, und 50
h diese Oeffnung gehende, heberförmig gebogene Röh-
ägt. Das Gefäſs läſst sich dann bis nahe unter das Ni-
mit Wasser füllen, ohne daſs der Heber zu flieſsen an-
t dasselbe aber jene Grenze erreicht, und ist es zu-
dem kürzeren Schenkel a c aufgestiegen, so wird es
bei c in den längeren Schenkel herabflieſsen, und

dann das ganze Gefäfs durch den Heber ausgeleert werden. Ma nennt daher einen solchen Apparat auch einen *Vexirbecher* od *künstlichen Tantalus*, Letzteres aus einer kaum aufzufinden Aehnlichkeit mit der Fabel vom Phrygischen König Tantal welcher der Sage nach in der Unterwelt bis an den Hals Wasser stehend beständig an Durst litt, weil das Wasser aug blicklich zurückwich, wenn er sich demselben, um zu trink näherte. Man wählt in diesem Falle auch wohl die Gestalt
Fig. nes wirklichen Bechers A, dessen Handgriff acb den verste
51. ten Heber bildet. Es läfst sich an diesem Apparate zugleich z gen, dafs die beiden Schenkel des Hebers einander nicht bl nahe kommen, sondern selbst in einander liegen können. Hi
Fig. nach senkt man durch den Kork e e im bodenlosen Glase A
52. Röhre b c herab, stürzt über diese an beiden Enden offene weitere c a, welche oben verschlossen ist, und mit ihrem u ren Rande bei a auf der Fläche des Korkes nicht genau sch fsend stehen darf. Wird dann das Gefäfs mit Wasser bis an Grenze *αα* angefüllt, und steigt dieses bis in die Wölbung c auf, so fällt es durch die Röhre b herab, und es bildet ein Heber, welcher so lange fliefst, bis das Gefäfs völlig ist. Alle die verschiedenen Abänderungen einzeln anzugeb in denen dieser Heber dargestellt werden kann, z. B. als Wa gefäfs mit darin stehender Kanne, als Badewanne mit einer d in sitzenden Figur u. s. w. wäre überflüssig, wohl aber v dient bemerkt zu werden, dafs nach dieser Art geformte Ca in unterirdischen Höhlen befindlich eine Erklärung der inter tirenden Brunnen und periodischen Quellen geben[1].

Die Theorie des Hebers ist so einfach und wohl begrün dafs nicht füglich Einwürfe dagegen gemacht werden, oder d mit im Widerspruch stehende Erscheinungen vorkommen kö nen. So wie aber Roberval in seinem *problema staticum* e nen mit dem Gesetze des Hebels im Widerspruche stehend Apparat aufgefunden zu haben vorgab, zeigte auch gegen d Ende des 17. Jahrhunderts Joh. Jordan, ein Einwohner i Stuttgard auf eine geheimnifsvolle Weise an, dafs er einen He ber construirt habe, aus dessen beiden gleich langen Schenkel und bei gleichem Niveau der Flüssigkeit das Wasser aus jed Schenkel beliebig abfliefse. Der Herzog Friedrich Carl vo

1 S. *Quellen*.

Würtenberg liefs den Apparat nach dessen Angabe verfertigen, so dafs die Schenkel eine Länge, jeder von 20 Fufs und einen Abstand von 18 F. hatten, Salomon Reisel aber, der herzogliche Leibarzt, gab 1684 die erste unverständliche Nachricht von demselben. Bald nachher zeigte Dionysius Papinus[1], dafs die ganze Sache nichts von den gewöhnlichen Erscheinungen des Heber's Abweichendes habe, und Reisel[2] gestand nachher selbst, dafs der von jenem beschriebene Heber mit dem von ihm selbst angedeuteten dem Wesen nach identisch sey. Seitdem heifst dieser Heber der *Reisel'sche* oder *Würtemberg'sche*, Fig. 53.
und ist von folgender Construction. Die zweimal gebogene mit gleich langen Schenkeln herabgehende Röhre ab bildet einen gemeinen Heber, dessen beide umgebogene Schenkel in die Gefäfse A und A' münden. Werden die Mündungen a und b verschlossen, bis durch e soviel Wasser eingegossen ist, dafs die Schenkel ganz damit gefüllt sind, so wird die Oeffnung e vermittelst eines Korkes luftdicht verschlossen, in eins der Gefäfse A oder A' aber Wasser gegossen, bis in beiden das gleiche horizontale Niveau $\alpha\alpha'$ hergestellt ist. Oeffnet man demnächst einen von den Hahnen δ oder δ', so wird aus jedem geöffneten oder auch aus beiden zugleich das Wasser ausfliefsen, wenn beide gleichzeitig geöffnet werden. Dieses ist indefs ganz natürlich und nothwendig, da das Niveau jedes der Hahnen niedriger liegt als der Wasserspiegel $\alpha\alpha$, so dafs also das Wasser aus jedem ausfliefsen mufs, wenn beide geöffnet sind, und findet blofs aus einem ein Abflufs statt, so stellt sich das Niveau $\alpha\alpha$ wieder her, wie dieses aus der Natur des Hebers nothwendig folgt[3]. Der Heber läfst sich auf eine dem Würtemberg'schen Fig. 54.
nahe kommende Art herstellen, so dafs sich blofs am einen Schenkel a ein Gefäfs A befindet, welches höher ist als die obere Biegung des Hebers. Wird dann das Gefäfs bis an das Niveau $\alpha\alpha$ mit Wasser angefüllt, so strömt es bei c in den andern Schenkel über, der Heber fängt an zu fliefsen, bis das Wasser die Mündung a erreicht hat, und steht dann still.

Aus der Theorie des Hebers folgt ferner, dafs derselbe im

1 Phil. Trans. 1685. XIII. N. 167.

2 Sipho Wirtembergicus per maiora experimenta firmatus. Stuttgard. 1690. 4.

3 Vergl. Musschenbroek Introd. §. 2098.

luftleeren Raume nicht fliefsen kann, weil darin die Was
säulen im Heber nicht durch den Luftdruck gehoben wer
Bei der mangelhaften Beschaffenheit der ehemaligen Luftpum
ist es leicht begreiflich, dafs dieser Versuch, den Hebe
Guerick'schen Vacuo zum Stillstehen zu bringen, scheitern m
te, aber es beweiset zugleich, wie wenig die Gelehrten da
in der physikalischen Theorie desselben fest waren, dafs
sich durch die Schwierigkeit des Experimentes in der Festl
tung derselben wankend machen liefsen. Auch Wolf[1] gest
dafs ihm der Versuch nicht gelungen sey, den Heber unter
Luftpumpe zum Stillstehen zu bringen. Einige liefsen sich h
durch verleiten, die richtige Erklärung des Hebers aufzuget
und das Fliefsen desselben aus einem Zusammenhange des v
angehenden Wassers mit dem nachfolgenden abzuleiten, welc
nach Kaestner's Bemerkung[2] Stricke aus Sand drehen hei
Inzwischen hatte schon Homberg[3] genügend nachgew
sen, warum der Heber in einem nicht vollständigen Vacuo
fliefsen fortfahren müsse, indem er zeigte, dafs der ganze L
druck 32 F. Wasser zu heben vermöge, mithin bei einer h
dertfachen Verdünnung noch immer ein Heber von $\frac{32}{100}$ F. o
beinahe 4 Z. zu fliefsen fortfahren müsse. Auf eine einfa
Weise kann auch gezeigt werden, dafs bei dem Verhältnifs
specif. Gewichtes von Wasser und Quecksilber = 1 : 13,
oder = 1 : 13,6 durch den Druck der verdünnten Luft eine 1
mal so hohe Wassersäule gehoben wird, als die Höhe
Quecksilbersäule beträgt, welche der Elasticität der noch üb
bleibenden Luft proportional ist. Wenn also der Untersch
der Quecksilberhöhen in beiden Barometern der Luftpumpe
Zoll beträgt, so können die Schenkel des Hebers im Gueri
schen Vacuo 6,8 Z. lang seyn, ohne dafs derselbe stillst
Indem aber die schlechte Construction noch vorhandener Lu
pumpen aus jenen Zeiten, als Kaestner sich darüber ereife
dafs man fest begründete Schlüsse den Resultaten mangelha
Versuche aufopfern wolle, genugsam beweiset, dafs sie kein v
ständigeres Vacuum zu erzeugen vermochten, als welches
angegebenen Differenz der Quecksilberhöhen zugehört, so

1 Nützliche Versuche Th. III. Cap. 9. §. 123.
2 Anmerkungen über die Markscheidekunst. Gött. 1775. 8. V
3 Mém. de Par. 1714. p. 84.

ich hieraus klar, dafs das Wasser in den kurzen, eine von 6 Z. kaum erreichenden Schenkeln ihrer Heber kein barometer bilden, folglich auch der Heber zu fliefsen aufhören konnte. TETENS[1], nach ihm GEHLER u. a. finden ine Ursache des Mifslingens dieses Experimentes in den in des Wassers und in der aus demselben aufsteigenden llein letztere kann durch längeres Exantliren weggeschafft , und erstere entwickeln sich auch von gleicher Elastici- Schenkeln des Hebers selbst, wodurch die Wirkung r der Campane befindlichen aufgehoben wird, so dafs Temperatur des angewandten Wassers auf das Gelingen uchs keinen Einfluss hat. Weil das Experiment, den m Vacuo zum Stillstehen zu bringen, diesemnach an sich ig ist, so schlägt PARROT[2] vor, das Gefäfs A, worin sich er befindet, mit einem Deckel zu versehen, welcher der en andern Zutritt gestattet, als durch die Oeffnung e. se daher mit einem Korke verschlossen, so erhält die Wasserspiegel aa befindliche Luft eine Verdünnung, r Unterschied ihrer Dichtigkeit gegen die der äufsern ischen Luft einer Wassersäule von der Höhe ab zuge- d der Heber wird also zu fliefsen aufhören. Man kann Oeffnung e wiederholt öffnen und schliefsen, um den Erfolg mehrmals zu zeigen. Soll dieser, für die es Hebers allerdings sinnreiche, Apparat den für das n des Hebers im Vacuo nicht ersetzen, so läfst sich uf folgende Weise bequem construiren. Auf dem Tel- uftpumpe, unter der Campane A befindet sich ein et- 16 Z. hohes Cylinderglas in den messingnen Ring ii ückt, welcher auf dem Boden des messingenen cylin- Gefäfses dd festgelöthet ist. Der Inhalt des Glases C Gefäfses dd müssen einander mit einem kleinen Ueber- es letzteren gleich seyn, damit das Wasser nicht über des Gefäfses steigt. Das Glas hat oben eine metallene on etwa 1 Z. Höhe, durch welche der gläserne Heber ckt und in der Oeffnung dann verkittet ist. Der so ete Apparat wird auf den Teller der Luftpumpe ge-

Fig. 55. Fig. 56.

causa fluxus siphonis bicruralis in vacuo continuati. Butzov.

ndrifs der theoretischen Physik. I. 373.

stellt, das Glas C mit Wasser gefüllt, die Campane dar gestürzt, mit dem Deckel gh oben geschlossen, durch welch in einer Lederbüchse ein Draht k herabgeht, um einen K oder ein Stück Holz n zu tragen. Ist dann das erforderli Vacuum hergestellt, so drückt man den Kork n in das W des Glases hinab, der Heber läuft über und fängt an zu fließe bis er still steht, wenn das Niveau $\alpha\alpha$ so weit gesunken dafs die Wassersäulen in den Schenkeln desselben von α b gröfsere Höhen erreicht haben, als welche dem Drucke der ter der Campane noch befindlichen Luft zugehören. Läfst eine geringe Quantität Luft unter die Campane, so fäng abermals an zu fliefsen, bis er wieder still steht, und b Schenkel bilden zwei in ein gemeinschaftliches Vacuum übe hende ganz eigentliche abgekürzte Wasserbarometer, in cher Hinsicht diese Construction vorzüglich belehrend ist.

Praktische Anwendungen des Hebers im Maschinenw hat man kaum einige zu machen versucht. Schon ehe die r tige Theorie desselben bekannt war, schlug Johann Bapti Porta[1] vor, das Wasser vermittelst eines Hebers über B zu leiten. Es sollen zu diesem Ende beide Schenkel mit H nen verschlossen seyn, oben an der höchsten Stelle wird Rohr zum Füllen angebracht, dieses nachher durch einen H oder auf sonstige Weise luftdicht verschlossen, und wenn d beide Hahnen an den Enden geöffnet sind, so wird der He zu fliefsen beginnen. Schwenter[2] wiederholt Porta's V schlag mit dem Zusatze, der schwerere Theil nöthige das Le tere, dafs es in die Höhe steigen müsse. Beiden war noch bekannt, dafs die Höhe, über welche man das Wasser durch Heber zu leiten vermag, 32 Par. Fufs nicht erreichen darf; welcher Bedingung leicht erklärlich ist, warum der Vors keine Anwendung gefunden hat, jedoch führte ein gewi Büchner[3] denselben wirklich aus.

Leupold[4] beschreibt eine Maschine, durch welche mittelst des Hebers das Wasser wirklich in die Höhe geförd

---

1 Pneumaticorum Libri III. Neap. 1601. 4. L. III. c. 1.

2 Mathemat. Erquickungsstunden. Nürnb. 1651. XV T. 4. XI Aufg. 2.

3 Breslauische Sammlungen. 1720. Jan. Cl. V.

4 Theatr. mach. Hydraul. T. I. §. 12.

werden kann, obgleich dieses den Wirkungen des Hebers, unmittelbar betrachtet, widerstreitet. Die Steigröhre CE steht in Fig. 57. dem offenen, mit Wasser gefüllten Gefäfse AB, und ist oben in das luftdichte Gefäfs FG hinein geleitet. Dem ersteren Gefäfse AB gegenüber wird ein anderes, gleichfalls mit Wasser gefülltes Gefäfs KL angebracht, welches mit dem Gefäfse FG durch die Röhre HI verbunden, übrigens aber gegen das Eindringen der äufseren Luft sorgfältig verwahrt ist. Am Boden desselben ist die mit dem Hahne O versehene Röhre MN angebracht, welche tiefer herabgehen mufs, als die untere Oeffnung der Steigröhre C. Wird der Hahn O geöffnet, so läuft das Wasser aus dem Gefäfse KL durch die Röhre MN ab, welche von gröfserer Weite in ein Behältnifs mit Wasser münden mufs, um das Aufsteigen der Luft neben dem herabfliefsenden Wasser zu verhüten, die Luft in HI, FG und EC breitet sich in den Raum des vom Wasser entleerten Gefäfses KL aus, wird dünnter, und der Druck der äufseren Luft treibt das Wasser aus dem Gefäfse AB durch das Rohr CE in das Gefäfs FG. Wenn der Behälter AB einen beständigen Zuflufs hat, so kann man zwischen AB und KL eine Verbindung durch eine Röhre mit dem Hahne P machen, und zugleich an FG eine Ablaufröhre mit dem Hahne Q anbringen. Wird dann P und Q geöffnet, O aber verschlossen, so füllt sich KL mit Wasser, die Luft entweicht durch HI aus Q, bis KL gefüllt ist, dann wird P und Q verschlossen, O dagegen geöffnet, und das Wasser steigt durch CE in das Gefäfs FG. Dieses Verfahren läfst sich wiederholen, und da bei dem zweiten Oeffnen der Hahnen P und Q nach dem Verschliefsen von O Wasser statt Luft aus dem Hahne Q fliefst, so wird demnächst jedesmal das Wasser von A bis Q gehoben, und wenn das bis dahin gehobene Wasser zu einer zweiten ähnlichen Vorrichtung benutzt wird, so kann man hierdurch Verbindung mehrerer solcher Vorrichtungen das Wasser zu beliebigen Höhen fördern. Die Steigröhre CE mufs indefs viel unter 32 F. hoch seyn, da das Gefäfs FG nie luftleer wird. Wird z. B. die Luft in CE, FG und HI durch das Auslaufen des Wassers aus KL bis zur Hälfte verdünnt, für welchen Fall der Cubikinhalt der Röhren CE und HI, nebst dem des Gefäfses FG dem des Behälters KL gleich seyn mufs, so wird die Luft zur Hälfte der atmosphärischen Dichtigkeit verdünnt, und die Länge von CE darf 16 F. nicht übersteigen.

Nach Leupold soll daher der Cubik-Inhalt von KL pelt so grofs als von FG seyn. Um diese Maschine im Gr anzuwenden ist eine Vorrichtung zum Oeffnen und Verschli der Hähne erforderlieh. Schott[1] beschreibt eine solche schine, durch welche Jeremias Mitz, ein Einwohner in B das Wasser in seinem Hause in einen erhabenen Behälter le Leupold giebt eine ähnliche Einrichtung an, welche sich dieser blofs durch den Mechanismus zur Oeffnung der H unterscheidet, auch zeigt er, eben wie Wolf[2], auf w Weise mehrere solche unterbrochene Heber zu verbinden um das Wasser auf gröfsere Höhen zu leiten, am vollständi und gründlichsten aber handelt Borgnis[3] über die Anwen des Hebers zu hydraulischen Maschinen, obgleich die Natu selben nur einen für wenige Zwecke anwendbaren Gebrauc stattet. Auf eine sinnreiche Weise hat endlich auch Man ry-Dectot den unterbrochenen Heber mit einer Art von ronsbrunnen verbunden, zur Förderung des Wassers in die he benutzt, aber gleichfalls mit einem bedeutenden Verlust Wasser[4].

Am häufigsten würde der Heber bei den vielartigen mischen und pharmaceutischen Operationen in Anwendung men, auch wird er dabei nicht eben selten gebraucht, immerhin viel seltener als der Fall seyn würde, wenn er in sehr vielen Fällen durch die ungleich bequemeren Saugr oder sogenannten *Pipetten*[5] ersetzt würde. Solche für da triren, Decantiren u. s. w. bestimmte Heber werden in Construction durch die Art des Aufgehängtseyns, durc nicht allgemein pafsliche Gröfse u. s. w. leicht etwas unbe im Gebrauche, so dafs der Chemiker oft mit einem einf Stechheber seinen Zweck in kürzerer Zeit erreicht, als n Herstellung des Heberapparats erforderlich seyn würde. scheint mir daher auch überflüssig, den allerdings in Construction sehr zusammengesetzten sogenannten *pharm*

1 Technica curiosa L. V. Cap. 1 bis 3.

2 Elementa Matheseos. Hydraul. §. 79 u. 80.

3 Traité complet de Mécan. appliquée aux Arts. Mach. h Par. 1819. 4. p. 60.

4 G. XLIII. 156.

5 Vergl. *Stechheber*.

ı *Heber*, welchen SIEGLING vorgeschlagen hat[1], zu be-
ken, und glaube ich mir dieses um so mehr erspaten zu
, als ich mich nicht besinne, ihn irgendwo in den che-
n Laboratorien angewandt gefunden zu haben. Um die
renden Flüssigkeiten tropfenweise auf das Filtrum fallen
n, ändert GUSTAV BISCHOF[2] den gemeinen Heber mit
geschmolzenen Saugröhre auf die Weise ab, dafs der
Schenkel in eine feine Spitze ausgezogen wird, damit
ltrirende Flüssigkeit nur tropfenweise auf das Filtrum
t. Der zweimal rechtwinklich gebogene Heber a c b Fig. 58.
kürzeren Schenkel a in eine feine Spitze ausgezogen,
ie im Gefäfse A enthaltene Flüssigkeit nur in geringer
t in dieselbe eindringen könne. Der längere Schenkel
rch einen luftdicht schliefsenden, oben verkitteten,
in die unten verjüngte Glasröhre D gesenkt, und ne-
selben die Röhre d e. Soll der Heber zu laufen anfan-
verschliefst man die Spitze f mit dem Finger, saugt an
enende d, bis sich der Heber gefüllt hat, setzt den
Gefäfse B befindlichen Filtrirtrichter C mit dem Filtro
Spitze f, und hebt den Finger ab, so wird das Filtri-
n Anfang nehmen. Ob nicht die feine Spitze a leicht
werde, welchen Einwurf der Erfinder selbst gemacht
über wage ich nicht zu entscheiden, in vielen Fällen
d der oben angegebene schwimmende Heber, bei wel- Fig. 45.
Geschwindigkeit des Abfliefsens durch das Verschie-
einen Schenkels in dem Schwimmer regulirt werden
r Anwendung bequemer und mehr geeignet seyn.

anatomische Heber (*sipho anatomicus*,
anatomique) ist eigentlich kein Heber, sondern ein
welcher sehr dazu geeignet ist, die Gesetze des hydro-
Druckes der Flüssigkeiten anschaulich zu machen,
follis hydrostaticus von s'GRAVESANDE und dem *tu-*
rostaticus von VOLDER an die Seite gesetzt werden
on dem Erfinder wird er WOLF's anatomischer Heber
[3]. Ein cylindrisches Gefäfs von Blech FGED ist seit- Fig. 59.

---

[1] rommsdorff Journ. d. Pharm. VI. 1. p. 1.

[2] hweigger's Journ. XL. 478.

[3] lementa Mathes. Hydrost. Cap. II. §. 52.

wärts mit der engen und hohen Röhre HI versehen, welc
Bequemlichkeit des Eingiefsens oben bei H einen Trichte
Ueber den Rand FD des Gefäfses wird eine Thierblase g
den und Wasser in den Trichter H gegossen, bis die ı
Mündung des Rohres unter dem Wasserspiegel im Gefäf
weswegen dasselbe zweckmäfsiger nahe über dem Bode
Gefäfses anzubringen, letzteres selbst aber etwas niedrig
verfertigen wäre, als in der Zeichnung angegeben ist und
stens geschieht. Ist das Gefäfs luftdicht durch die Blase
schlossen, so drückt die comprimirte Luft gegen die let
und treibt sie in gewölbter Gestalt empor, widrigenfall
schieht dieses durch das allmälig höher steigende Wasser.
hydrostatischen Gesetzen würde eine das cylindrische Gefä
FD schneidende geometrische Ebene durch den nach
stattfindenden Druck der Flüssigkeit einen Wassercylinder F
zu tragen vermögend seyn, und wenn dieser nicht vorha
ist, so mufs die Thierblase von unten her einen Druck erle
welcher dem Gewichte eines solchen Cylinders gleich ist.
kann daher mit einem geringen Gewichte Wassers in der B
HI einen sehr grofsen Druck gegen die Fläche FD erzeı
Bei dem Heber, dessen sich Wolf[1] bediente, war die B
11 Lin. weit, und 250 Lin. höher als das Gefäfs, so daf
also 1,5 Pf. Wasser fafste, das Gefäfs dagegen hatte 48 Lin
Durchmesser, und konnte daher mit 30 Pf. belastet we
Ueberhaupt verhalten sich die Gewichte gleich hoher Cyli
wie die Quadrate ihrer Durchmesser, und wenn daher das
hältnifs der Durchmesser bei der Röhre und dem Gefäfse =
10 ist, so wird die Blase das hundertfache Gewicht des W
sers in der Röhre zu tragen vermögen. Den Namen anat
scher Heber, hat Wolf diesem Apparate gegeben, weil d
den starken und überall gleichförmigen Druck der Luft ode
Wassers alle Häute und Gefäfse der Blase so aus einander ge
ben werden, dafs man sie weit bequemer, als auf sonstige W
se von einander trennen, und die Structur der häutigen T
wahrnehmen kann. Ob derselbe übrigens zu anatomis
Zwecken geeignet und dazu schon benutzt sey, kann ich
bestimmen.

M.

---

1 Nützliche Versuche Th. I. Cap. 3. §. 58.

Heblade.

ebezeug; Levier sans fin; ist ein einfacher, Gesetze des Hebels gegründeter Apparat. Es läſst sich vermittelst des Hebels zwar mit jeder gegebenen Kraft ebene Last heben, und wenn gleich dieser theoretische gen physisch hindernder Bedingungen keine allgemeine ung leidet, so folgt doch aus ihm sowohl als auch aus ten Erfahrungen, daſs man selbst mittelst des einfachen sehr groſse Lasten mit geringer Kraft zu heben vermag. aber folgt aus dem im Art. *Hebel* erläuterten Cartesi- esetze, daſs die Höhe, bis zu welcher eine Last ver- eines Hebels gehoben werden kann, bei gleicher ange- Kraft ihrer Gröſse umgekehrt proportional ist. Wirk- nen auch groſse Lasten vermittelst des einfachen Hebels u geringen Höhen gehoben werden. Man suchte da- geringen Höhen durch Vervielfältigung der Hebelwir- u vermehren, und hieraus entstand die Heblade, wel- r verschiedenen Gestalten von den Mechanikern[1] darge- Folgende zwei Arten sind die gebräuchlichsten. Die teht aus zwei parallelen hölzernen Backen, welche auf Fig. 60. gestelle AB aufgerichtet sind, und so weit von einan- hen, daſs der Hebebaum ab sich leicht und frei zwi- en bewegen kann. An beiden Seiten sind in lothrech- und gleichen Abständen die Löcher e; e'; e''; .... ε; ... um einen eisernen Bolzen durchzustecken, worauf baum ruhet. Ist letzterer dann mit einer Last am En- hwert auf dem Bolzen in e ruhend, und wird das an- le b mit der Hand oder einem Seile herabgezogen, bis

---

1 erst findet man sie von französischen Schriftstellern erwähnt de plusieurs machines militaires et feux artificiels de la de Franc. Thybourel, Maitre chyrurgien et de Jean Appier de Cologne; Pont à Mousson 1620. Liv. III. chap. 20 und tions mathématiques. Rouen 1634. P. 11. probl. 21. Hieraus wenter in: Mathematische Erquickungsstunden. Nürnb. 1651. V. Aufg. 23. Deutlicher findet man sie beschrieben in Leu- eatr. Mach. Cap. V. Tab. XVI. XVII. Die zweite zu be- de Heblade soll durch Perrault erfunden seyn. S. Mém. de 1716. Man findet sie in den meisten neueren Werken über tische Maschinenkunde.

der Hebebaum in die Lage $\alpha\beta$ gekommen ist, so steckt m nen Bolzen durch das Loch ε, hebt dann das Ende β wied die Höhe, bis $\alpha\beta$ auf dem Bolzen e' mit ab parallel ruhet, hierdurch ist also die Last um die Höhe des Raumes zwi e e' gehoben. Durch Wiederholung dieses Verfahrens kan selbe dann zu der erforderlichen Höhe gebracht werden.

Dieser kunstlose Apparat erfordert in der Regel zwei A ter, deren einer den Bolzen einstecken muſs, während der dere den Hebelarm β niederhält. Hierzu wird indeſs ein ſserer Aufwand von Zeit erfordert, als sonst nöthig seyn w und die nämliche Idee kann daher auf folgende Weise ung besser realisirt werden. Auf dem Fuſsgestelle AB ruhet de serne Träger C, etwa 6 Z. breit und 1 bis 2 Z. dick. An den Seiten desselben befinden sich die Einschnitte e; e'; .... und ε; ε'; ε''; .... in welche die Widerhaken δ und γ greifen und das Herabfallen des Hebebaumes ab hindern. L terer ist in der Mitte so eingeschnitten, daſs der eiserne Tr C durch die Oeffnung gesteckt werden konnte; die Gege wichte l, l' drücken die Widerhaken so gegen die Einsch daſs sie, ohne umzuschlagen, jederzeit in dieselben eing Wird also der Hebelarm b niedergedrückt, so steigt die P in die Höhe, bis der Haken γ in den Einschnitt ε' eingr läſst man aber den Hebelarm b wieder in die Höhe gehen, schiebt sich der Haken δ hinauf, bis er in den Einschni einfällt, und durch Wiederholung dieses Verfahrens wirkt se Heblade ungleich schneller und bequemer, als die zuers schriebene. Daſs man diese Heblade auch im Kleinen zum ben von Lasten ausführen könne, liegt sehr nahe bei der Sac

Fig. 61.

Aehnlich sind die Hebemaschinen, welche man zum A reiſsen der Bäume vorgeschlagen hat. Eine solche ist ang ben durch PAUL SOMMER[1], JOBST BÖSEN[2], POLHEM[3] und dere. Die von SOMMER erfundene Maschine und einige Maschinen dieser Art angestellte Versuche findet man besc ben durch SILBERSCHLAG[4]; indeſs erfordert ihre Constru

1 Mém. de la Soc. de Berne. Tom. I. p. 175. Vergl. M Lehrbegriff der praktischen Feldwirthschaft. Leipz. 1764. I. 191

2 J. BÖSEN's Hebmaschine. Gött. 1771.

3 Schwed. Abh. XVIII. 193.

4 G. C. SILBERSCHLAG's Closter-Bergische Versuche. Berl. 1

selbst der bloſse Transport einen zu groſsen Aufwand, als sie mit Nutzen angewandt werden könnten. Eben dieses von der neuerdings durch Romershausen vorgeschlagenen hine dieser Art, welche aber nach dem Principe des He- und hauptsächlich der geneigten Ebene construirt ist.

M.

Heizung.

Calefactio; Chauffage; *Warming.*

Die Heizung oder Erwärmung der Luft in den Zimmern, Wassers in den Bädern, überhaupt der Oefen, der Heerde zahllosen anderen Gegenstände zu den verschiedensten ken, macht in ihrem ganzen Umfange einen bedeutenden g der Technologie und Oekonomie aus, und würde mit griff der vielfachen Anwendungen eine sehr ausführliche Un- chung erfordern. Alles dieses deswegen in das Gebiet der k zu ziehen, weil die dabei zum Grunde liegenden Prin- dahin gehören, müſste eine übermäſsige Ausdehnung die- Wissenschaft herbeiführen, und es wird daher genügen, eine kurze Uebersicht der wichtigsten Gesetze und ihrer ndungen mitzutheilen. Bei weitem das schwierigste und en neuesten Zeiten am meisten untersuchte Problem ist die eilhafteste Heizung der Wohnungen und damit verwand- ume, weswegen ich mich hierauf zunächst beschränken e, indem hieraus die Anwendungen für anderweitige Zwecke infach von selbst folgen.

1. Bei allen Arten der Heizung kommt zuerst die Erzeu- der Wärme in Betrachtung. Es sind zwar verschiedentlich chläge gemacht, die durch Compression und insbesondere Reibung erzeugte Wärme zum technischen Gebrauche zu zen, allein es ergiebt sich auf den ersten Blick, daſs der gte Effect mit den anzuwendenden Mitteln in gar keinem ältnisse steht, und man wird sich daher ausschlieſslich auf durch das Verbrennen der gangbaren Brennmaterialien er- gte Wärme beschränken müssen. Die gangbarsten Arten der eren sind *Steinkohlen*, *Holz* und *Torf*, wozu an verschie-

---

69. Vergl. Nachrichten von einigen zu Schöneiche angestellten Ver- en u. s. w. von J. E. Silberschlag. Berl. 1773.

denen Orten noch die aus der ausgelaugten, für die Lederb
tung benutzten, Eichenrinde geformten *Lohsteine* oder *Lol*
und namentlich im nördlichen Deutschlande die mit vielen
zelfasern der verschiedenen Heide-Arten durchwachsene
Erdrinde, welche in Stücken von 2 bis 3 Z. Dicke, abge
oder abgestochen wird, die sogenannten *Plagger* kommen;
die Bestandtheile der letzteren und ihre hieraus folgende I
kraft kaum im Mittel bestimmbar sind, so genügt es blo
vier ersteren Stoffe zu berücksichtigen, alle andere aber, w
noch wohl irgendwo angewandt werden mögen, mit Stillsc
gen zu übergehen. Ueber die Wärmemengen, welche d
das Verbrennen der verschiedenen Holzarten, der Steink
und des Torfes erzeugt werden, sind zahlreiche Versuche
handen, deren Resultate im Art. *Wärme* mitgetheilt w
sollen. Nimmt man ein genähertes Mittel aus den genau
derselben, so erhält man 3000 ℔ Wasser, welche durch
gutes und gesundes, an der Luft wohl getrocknetes, gem
Brennholz um 1° C. erwärmt werden[1]. Gemeines Ei
Brennholz liefert dann etwa $\frac{1}{4}$ weniger, sehr harzreiches
mehr, deutsche Steinkohlen geben 1,3 mal, englische N
castle-Kohlen 2 mal, trockne Holzkohlen 2 mal, die b
Torfarten gleichviel, die schlechteren und Lohsteine $\frac{1}{2}$ s
viel, nasses Holz aber liefert nur $\frac{1}{2}$ dieser Menge.

Bei den Versuchen, wodurch diese Bestimmungen erh
sind, wurde inzwischen das Brennmaterial gänzlich ver
und alle hierdurch erzeugte Wärme aufgefangen. Dies
bei gewöhnlichen Heizungen unmöglich, indem eine ge
Quantität desselben unzersetzt bleibt und als Rauch durc
Schornsteine entweicht, dessen Wärme obendrein eben w
Zerstreuung durch die Feuermauern einen bedeutenden V
herbeiführt. Nach der, auf praktische Erfahrung gestützten
gabe von PARTINGTON[2] genügt 1 ℔ Steinkohlen um 7 ℔ W
ser in Dampf zu verwandeln. Wird aber die zur Dampfbil
erforderliche Wärme = 640°C. gesetzt[3], und die anfän

1 WAGENMANN nimmt an, dafs 2350 Pfd. Wasser durch
Holz um 1° R. erwärmt werden, welches hiermit nahe übereins
S. über die Heizung mit erwärmter Luft. Berl. 1827. gr. 4.

2 S. Theil II. dieses Wörterb. S. 480.

3 S. Ebend. p. 296.

des Wassers = 20° C. angenommen, so vermag 1 ℔ len 4340 ℔ Wasser um 1° C. zu erwärmen, und wenn kraft des Holzes = ½ der Steinkohlen ist, so erhöhet rauntes Holz 2170 ℔ Wasser um 1° C. WAGENMANN[1] ach dem Ergebnisse bei Anlagen im Grofsen an, dafs : 3 ℔ Wasser in Dampf verwandelt, wonach auf gleiche erechnet nur 1860 ℔ Wasser durch 1 ℔ Holz um 1° C. werden. Im Mittel aus diesen beiden Angaben scheint ler Wahrheit am nächsten zu kommen, wenn man für z 2000 ℔ Wasser als normale Bestimmung annimmt. mer die specifische Wärme der atmosphärischen Luft asser = 0,2669 und ihre Dichtigkeit = 0,00128, wo-) die Erwärmung des Wassers gegen die der Luft bei Gewichte sich wie 0,2669 zu 1 und bei gleichem Vo- = 0,2669 × 0,001299 : 1 verhalten würde. Hiernach achfolgende Tabelle über die Verdampfung und Erwär- n 1° C. von Wasser und Luft durch ein Pfund des ge- Brennmaterials berechnet.

	Verdampf.	Erwärm. um 1° C.			
	Wasser	Wasser		Luft	
nmat.	℔	℔	Cub. F.	℔	Cub. F.
ink.	6,45	4000	57,14	14987	164810
ere -	4,20	2600	37,14	9700	107123
- -	3,23	2000	28,57	7493	82405
lz -	2,43	1500	21,43	5620	61811
- -	1,62	1000	14,28	3747	41202

wird sich also von der Wahrheit nicht sehr entfernen, n annimmt, dafs durch 1 ℔ gutes, lufttrockenes, buche- tannenes Holz, wenn es unter günstigen Bedingungen der erforderlichen Vermeidung jedes unnützen Verlu- rannt wird, 80000 Par. Cub. F. Luft um 1° C. erwärmt Soll dieses Resultat aber sicher seyn, so wird ein hin- tarker Luftzug erfordert, damit das Brennmaterial voll- ersetzt werde, und eine hinlängliche Circulation des sen Rauches, damit er mindestens nicht über den Punct nden Wassers erhitzt in den Schornstein entweiche. Erstere zu erreichen, hat man verschiedene rauchver- Oefen angegeben, wodurch die unzersetzt entweichen-

[1] a. O. S. 7.

dem Antheile der Combustibilien verbrannt werden sollten. von Thilorier[1] vorgeschlagene Construction würde d Zwecke allerdings genügen; weil es aber allzu schwieri solche Vorrichtungen gegen das Entweichen des Rauches, dadurch entstehende Unannehmlichkeiten zu sichern, so i gehe ich sie mit Stillschweigen. Für die gehörige Abkül des Rauches im Allgemeinen kann auf verschiedene Weise gesorgt werden, und scheint es mir daher überflüssig, R hierfür anzugeben.

2. Sollen gegebene Körper durch die erzeugte Wärm hitzt werden, so kann sie ihnen bei weitem in den weni Fällen unmittelbar mitgetheilt werden, sondern muſs in de gel durch eine Hülle dringen, um den gesuchten Effect z zeugen. Hierbei kommt dann vieles in Betrachtung, wenn die Zeit bestimmen will, in welcher die Wärme durcl Hülle dringt, und sich in den gegebenen Körpern gleichn oder ungleichmäſsig verbreitet, nämlich die Leichtigkeit, mit die Substanz der Hülle die mit ihr in Berührung komn Wärme aufnimmt, durch ihre ungleich dicke Masse durch und dann an die bestimmten Körper wieder abgiebt. Dies in die gesammten Gesetze der Wärmeleitung eingreifende tersuchung kann indeſs hier nicht angestellt werden, ind für die vorliegende Aufgabe zunächst meistens nur darat kommt, die gesammte erzeugte Wärme ohne merklichen lust zu benutzen, und nur in wenigen, nachher zu erwäl den Fällen auch die Zeit, in welcher dieses geschieht, Be sichtigung verdient.

3. Wenn die Quantität der erzeugten Wärme gegebe so werden durch diese die gegebenen Körper einen ihrer sp schen Wärmecapacität umgekehrt proportionale Temperatur hung erhalten. Ist demnach die spec. Wärme des Wassers Lavoisier und La-Place = 1; des Quecksilbers = (so wird die nämliche Wärmequelle, welche 1 ℔ Wasser ı der Temperatur erhöhet, fast 34,5 ℔ Quecksilber um 1° z höhen im Stande seyn. Es kommt daher in jedem Falle s Betrachtung, ob man eine gegebene Menge Wasser oder V geist, Luft, Blei u. s. w. zu erhitzen beabsichtigt, und

---

1 S. Abbild. u. Beschreibung eines rauchverz. Ofens, hera von Eschenbach. Leipz. 1805. 4.

auf die specifische Wärmecapacität jederzeit die gehörige
cht genommen werden. Indem aber diese letztere bei
isten Körpern so genau bekannt ist, als für die praktische
dung erfordert wird, so darf man nur die erforderlichen
mungen aus den hierüber vorhandenen Tabellen ent-
n [1].

Die durch eine gegebene Wärmequelle den verschie-
Körpern mit Rücksicht auf ihre respective Wärmecapaci-
heilte Temperaturerhöhung ist allezeit bloſs die Differenz
geführten und wieder abgeleiteten Wärme. Letzterer
t entsteht theils daraus, daſs namentlich die entweichen-
ämpfe und Gasarten die zu ihrer Bildung erforderliche,
ir bedeutende Wärmemenge mit sich fortführen, theils
, daſs keine Hülle für die Wärme undurchdringlich ist,
her eine verschieden groſse Menge derselben durch diese
cht, welche sich dann in den umgebenden Raum zer-
. Rücksichtlich des Ersteren ist es mit Ausnahme der ei-
hen Gasbereitung bei chemischen Processen selten der
laſs durch Gasbildung ein Theil der zugeführten Wärme
n wird, und lassen sich hierüber keine bestimmte Regeln
n, dagegen aber ist es bekannt, wie groſs die Quantität
ärme ist, welche die Dämpfe zu ihrer Bildung bedürfen.
daher die latente Wärme des Dampfes von derjenigen
keit, welche erhitzt werden soll $= \vartheta$, die Temperatur,
welcher dieselbe schon erwärmt ist $=$ t, die Quantität
s der Flüssigkeit gebildeten Dampfes, die ganze Menge
en als Einheit genommen $=$ a; so ist $(\vartheta - t)$a die Ver-
rung der Temperatur durch Dampfbildung, oder diejenige
e in Thermometergraden ausgedrückt, um welche die
nte Flüssigkeit ohne die Entweichung des Dampfes er-
worden wäre. Die latente Wärme des Wasserdampfes
ist $=$ 640° C. von 0° an gerechnet. Ist demnach Wasser
ra 60° C. erwärmt, und kann der gebildete Dampf frei ent-
n, so ist die hierzu verbrauchte Wärme $= (640 - 60)$ a $=$
woraus sich ergiebt, daſs a nur ein kleiner Bruch seyn
um dennoch einen merklichen Wärmeverlust zu erzeu-
Hierin liegt auch der Grund, warum das Verbrennen des
Holzes so wenig Hitze giebt, nämlich weil eine so groſse

[1] rgl. *Wärme, specifische.*

Menge der letzteren durch Dampfbildung verloren wird, das Bedecken der zu erwärmenden Flüssigkeiten ist um so nützlicher, je höher die Temperatur ist, auf welche sie bracht werden sollen.

Der Wärmeverlust durch die umgebende Hülle wird eine dreifache Weise erzeugt, nämlich zuerst bei der Wä quelle unmittelbar, wenn die Körper nicht alle erzeugte W aufnehmen, zweitens bei der Fortleitung der erwärmten S bis zum Orte ihrer Benutzuug und drittens an diesem let selbst. Für alle drei gilt meistentheils die gemeinsame R dafs man solche Hüllen anwendet, welche am wenigsten W durchlassen, und diese sind hauptsächlich lockere, die W schlecht leitende, Körper und mit blanker Oberfläche verse Zu diesem Ende umgiebt man die Feuerstätte mit mehr minder dicken Mänteln von gebrannten Steinen und einem berzuge von Lehm, leitet heifses Wasser, heifse Luft und serdampf in Röhren von verzinntem Eisenbleche, welche Wärme ausstrahlen, schliefst die Leitungsröhren in ande zwischenliegender Luftschicht ein, weil die trockene Lu Wärme schlecht leitet u. s. w. In dieser Allgemeinheit fafst ist die Aufgabe leicht, und wird erst dann sehr schw wenn man genaue Bestimmungen der Wärmemengen ve welche eine gegebene Hülle bei einem bestimmten Temper unterschiede in einer gemessenen Zeit durchläfst. Die Au kommt in Betrachtung bei der Erzeugung des Dampfe Dampfmaschinen und der Erhaltung desselben in den Leit und Stiefeln der letzteren, bei Destilliranlagen, Heizungs raten für Bäder u. s. w., insbesondere aber bei der so allge nen Heizung der Wohnungen. Im Allgemeinen aber ist die gabe schon oben unter Nr. 1. so weit beantwortet, als genä Werthe gefunden werden können, indem scharfe Bestimmu wegen der zahllosen bedingenden Nebenumstände ganz un lich sind. Es ist dort nämlich nicht die gesammte Wärme genommen, welche durch die Verbrennung der gebräuchli Brennstoffe erzeugt wird, sondern nur diejenige, welche Beobachtungen im Grofsen gefunden wurde, wobei also Verlust durch die Wände der Feuerungsräume und der Ge schon mit in Rechnung genommen ist. Die Bestimmung de nigen Wärme, welche bei der Fortleitung der erwärmten M dien durch die Canäle verloren wird, kann in genäherten W

n aus den Angaben entnommen werden, welche sich bei der ersuchung der Dampfheizung im Speciellen finden, und so ibe dann hauptsächlich noch die Wärmezerstreuung durch Umgebungen der Wohnzimmer und Gemächer übrig.

5. Die Bestimmung des Wärmeverlustes, welchen ge- te Räume durch die sie einschliefsenden Umgebungen, als ter, Wände, Thüren u. s. w. erleiden, ist sehr schwierig, kaum überall auch nur in genäherten Werthen möglich, n dann der Grund liegt, dafs manche Zimmer so leicht und e so schwer erheizt werden, ohne dafs genaue Kenner Gesetze, denen die Wärme folgt, die Ursachen hiervon eit sicher anzugeben vermögen. Theils sind nämlich die tze der Wärmedurchleitung der verschiedenen Körper noch t mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt, um hieraus die n zu berechnen, in denen die Wärme bei einer bekannten peratur im Innern der Zimmer und aufserhalb derselben die bungen der Zimmer zu durchdringen vermag, theils bie- uch die letzteren so viele Verschiedenheiten dar, dafs die eichsten Versuche kaum hinreichen würden, sie sämtlich nfassen. Je nachdem nämlich die Fenster, Wände und en mehr oder weniger das Durchdringen der kalten und en Luft durch feine Ritzen gestatten, entsteht ein bedeu- r Unterschied aus der Richtung der Luftströmung, welche Durchdringen leicht auf das Doppelte und noch mehr stei- kann. Für genaue Bestimmungen würde dann sogar das re oder geringere Leitungsvermögen des Glases in Betrach- kommen, allein noch ungleich mehr ist dieses der Fall bei Thüren, je nachdem das Holz derselben dichter und trock- ist, und insbesondere bei den massiven Wänden, deren ngsfähigkeit nicht blofs von ihrer eigenthümlichen Beschaf- it, sondern auch von ihrem Zustande der Trockenheit ab- , welcher letztere wiederum durch den Einflufs der Wit- ng bedingt wird. Die nachfolgenden Bestimmungen kön- daher nur als ein Versuch angesehen werden, hierüber zu igen genäherten Werthen zu gelangen.

Thomas Tredgold[1] füllte einen gläsernen Cylinder mit rmem Wasser, liefs ihn in einem Zimmer erkalten, mafs die

1 Grundsätze der Damfpheizung und der damit verbundenen Lüf- g aller Arten von Gebäuden. Uebers. von Kühn. Leipz. 1826. 8. S. 45.

hierzu erforderliche Zeit und bestimmte hiernach diejenige
kühlung, welche durch eine gegebene Oberfläche des Gla
einer Minute bewirkt wird. Allein gegen diese Versuche,
che sowohl er selbst als auch WAGENMANN[1] bei den Be
nungen zum Grunde legt, lassen sich zwei sehr bedeu
Einwendungen aufstellen. Zuerst nämlich war der Cylinde
Wasser gefüllt, in welchem die Wärme nicht leicht vom
telpuncte nach den Wandungen des Cylinders gelangen ka
insofern dasselbe ein schlechter Wärmeleiter ist, und sich
ruhigen Stehen in ungleich warme horizontale Schichten t
auf der andern Seite aber durch unmittelbare Berührun
Glasfläche andern Gesetzen der Durchleitung folgt, als
den Zimmern eingeschlossene, den Glaswänden anliegende
zweitens aber liefs er das Wasser bei einer Temperaturdiff
von 55°,5 R. im Innern und aufserhalb des Cylinders nu
1° R. erkalten, nachher aber bei einer mittleren Temperat
ferenz von 53°,5 um 3° R., fand aus jenem 0°,338, aus d
0°,337 R. Erkaltung in 1 Minute, setzte beide Resultate e
der nahe gleich, und nahm letztere in Rechnung. Allei
Abkühlung um 1° R. giebt als zu klein schon eine zu
Fehlergrenze, und dann folgt aus Theorie und Erfahrung
einstimmend, dafs die Durchleitung der Wärme durch jede
der Temperaturdifferenz im Innern und aufserhalb propor
seyn mufs. Ohne diesen letzteren Satz durch die Erfahrun
rect zu prüfen, stellt er dann den allgemeinen Satz auf, da
Quadratfufs Glasfläche von gewöhnlicher Fensterscheiben
1,5 Cub. F. Luft um den Unterschied der inneren und äu
Temperatur abkühlt. Bei der Bestimmung dieser Gröfse
zugleich angenommen, dafs die Glashülle um $\frac{1}{6}$ kälter wa
das eingeschlossene Wasser, welches für die Bedingungen des
suchs wohl ganz richtig seyn mag, WAGENMANN giebt da
für den Fall, wenn das Glas auf beiden Seiten mit ungleic
wärmter Luft in Berührung ist, diesem die mittlere Temp
zwischen der inneren und äufseren, und nimmt demnac
dafs 0,7 Cub. F. Luft durch 1 Quadratfufs Glasfläche, beic
rheinl. Mafs, in 1 Minute um die Differenz der äufserer
inneren Temperatur abgekühlt werde.

Es schien mir nicht überflüssig zu seyn, diese Hauptbe

1 A. a. O. S. 8.

für die gesammten nachfolgenden Berechnungen durch eigene ...che zu prüfen. Zu diesem Ende setzte ich eine Campane ...der Dicke des gemeinen Fensterglases mit etwas Pomade ...e Spiegelglasscheibe, hing ein Thermometer in die Mitte ...ben, erwärmte das Ganze in einer Trockenstube bis 28° R., ... dann den Apparat zwischen offene Fenster eines Zimmers, ...nen freien Luftzug zu haben, welcher auch die untere ...e berührte, und beobachtete die Grade der Erkaltung von ... Minuten bei einer constant bleibenden äufseren Tempe... = 7° R. Hieraus erhielt ich folgende Werthe [1].

...n	Temperaturen	Δt nach Beob.	$\Delta\Delta$t	Δt nach Rechnung	$\Delta\Delta$t
30′	28,0	0	0,0	0,0	0,0
35	20,5	7,5	0,0	7,5	0,0
40′	15,0	4,5	3,0	4,7	2,7
45	12,0	3,0	1,5	2,9	1,9
50	10,2	1,8	1,2	1,8	1,1
55	9,2	1,0	0,8	1,09	0,9
60	9,0	0,8	0,2	0,8	0,29

...e sämtlichen Columnen dieser Tabelle sind an sich klar, ...die fünfte. Diese dient zur Beantwortung der Frage, ob ...ühlungen den Unterschieden der Temperatur direct pro...l sind. Ist dieses der Fall, und heifsen die Unterschiede ...eren und äufseren Temperatur α und α', die Abkühlun... Luft im Innern Δt und $\Delta t'$, so ist

$$...:\alpha' = \Delta t : \Delta t' \text{ also } 21 : 13{,}5 = 7{,}5 : \frac{13{,}5 \times 7{,}5}{21} = 4{,}77 \ldots$$

... die 5te Columne berechnet ist. Die leicht zu überse... ...ebereinstimmung der Werthe in der dritten und fünften ...e zeigt, dafs der von Tredgold aufgestellte Satz durch ...hrung bestätigt wird [2]. Im Mittel aus allen Resultaten ... wir annehmen, dafs die eingeschlossene Luft um 2°,8 R. ...ältnifs des Unterschiedes der inneren und äufseren Tem... während 5 Minuten, also um 0°,56 R. in 1 Minute ab-

---

[1] Die äufsere Temperatur wurde an einem unweit des Apparats ...genen, sehr empfindlichen Thermometer beobachtet, und ...rte sich nicht um 0°,2 R.

[2] Ein zweiter Versuch, wobei die umgebende Luft in einem ... mehr ruhig war, gab fast ganz gleiche Resultate, indefs lasse ... weg, weil er an Genauigkeit dem mitgetheilten nachsteht.

gekühlt wurde. Es betrug aber in so weit wie möglich ge... herten Werthen die abkühlende Oberfläche 248 Quadratzo... der Inhalt 394 Cub. Zolle Par. Mafs, wonach 1 Par. Quadratf... Glasfläche gerade 0,25 Cub. F. Luft um 1° C. in 1 Minute ... der Differenz der inneren Luft gegen die äufsere abkühlt, üb... all den Zustand der Trockenheit vorausgesetzt.

Das hier gefundene Resultat scheint mir der Natur der ... che weit angemessener zu seyn, als das durch Tredgold ... haltene, und es mufste auch geringer ausfallen, weil das W... ser seine Wärme ungleich schneller dem Glase mittheilt, als trockne Luft. Uebrigens ist die erhaltene Gröfse das Minim... indem man die Luft in der Regel nicht so trocken anneh... darf, als die bei den Versuchen angewandte war, und w... dieselbe feucht ist, oder sich ein wässeriger Niederschlag an ... Fensterscheiben anlegt, so kann sie wohl auf das Doppelte ... gen, was dann von der Annahme Wagenmann's kaum ... schieden seyn würde, insbesondere wenn man erwägt, dafs ... dem von mir gebrauchten Mafse die Fläche im quadratisc... die Luftmasse aber im cubischen Verhältnisse des rheinlä... schen zum Pariser Fufse gröfser ist. Es scheint mir daher ... richtigsten zu seyn, wenn man im Mittel auf 1 Quadrat... Fensterfläche 0,3 oder ¼ Cubikfufs Abkühlung in 1 Min... rechnet.

6. Hiernach kann also der Wärmeverlust durch die G... flächen der Fenster mit hinlänglicher Genauigkeit gefunden w... den, zur Bestimmung desjenigen aber, welcher durch die T... ren, Wände, Decken und Fufsböden stattfindet, sind mir du... aus keine genügende Erfahrungen bekannt. Tredgold sag... seinem mehrerwähnten, reichhaltigen Werke hierüber nic... Wagenmann dagegen setzt die Leitungsfähigkeit der zu ... letzteren genommenen Substanzen der des Glases gleich, ... den Cubikwurzeln aus den Dicken derselben umgekehrt prop... tional; allein ich sehe nicht, auf welches erwiesene Naturge... sich diese Annahme stützt. Wenn wir uns an die Resultate ... bisherigen Beobachtungen und Versuche halten, so führen di... zu den auffallendsten Widersprüchen. Alle absichtlich deswe... angestellte Versuche geben nämlich das Resultat, dafs die loc... ren Körper, z. B. Holz, bessere Wärmeleiter sind als die fe... z. B. Glas, Steine und inbesondere die Metalle. So fand ...

lich Böckmann[1], welcher die ausführlichste Arbeit hier-
r geliefert hat, die Leitungsfähigkeit des Eisens = 0,332;
Sandsteines = 0,749; des Glases = 0,783; des Weifstan-
holzes = 1,282; der Buchenholzasche = 1,295. Hiermit
en aber die gemeinsten Erfahrungen, namentlich dafs glü-
de Kohlen in der Asche nicht erlöschen und die Holztheile
den Wänden der Zimmer weifs bleiben, während die aus
n, Lehm und Kalk bestehenden, durch bessere Wärmelei-
und den hierdurch veranlafsten Niederschlag der dampf-
fortgerissenen Substanzen grau gefärbt werden, dafs mas-
Wände bei plötzlicher Veränderung der Temperatur eine
g nasse Oberfläche erhalten, dafs bei heftiger Kälte die
gemachten Finger am Eisen sogleich festfrieren, während
er von gleicher Temperatur ohne eine solche Wirkung be-
rt werden können, u. dgl. m. im grellsten Widerspruche.
noch aber ist gegen Böckmann's Versuche nichts einzuwen-
. Er senkte nämlich feine Thermometer in Kugeln von
chiedenen Substanzen, erwärmte diese bis zu einer gleichen
peratur, liefs sie unter gleichen Bedingungen erkalten, und
te dann ihr Wärmeleitungsvermögen der hierzu erforderli-
n Zeit umgekehrt proportional. Eins von seinen auf diese
ise erhaltenen Resultaten, wonach das Wärmeleitungsvermö-
des Eisens = 0,332 und des Glases = 0,783, also mehr als
pelt so grofs gefunden wurde, stimmt aufserdem mit einer
würdigen Erfahrung Rumford's[2], dafs Wasser in gläser-
Flaschen von 6facher Dicke der Wandungen früher erkal-
, als in gleich grofsen von Weifsblech, sehr gut überein, und
e Versuche scheinen das für den vorliegenden Zweck erfor-
che Gesetz anzugeben, indem es bei unsern Untersuchun-
gleichfalls auf die Bestimmung der Zeit ankommt, in wel-
die Wärme von Innen aus eine gegebene Hülle durch-
gt.

Da es hier der Ort nicht ist, die bekannten Versuche über
Wärmeleitungsvermögen der verschiedenen Körper gründ-
zu prüfen, so bemerke ich hierüber nur im Allgemeinen
gendes. Diejenigen Körper, welche die Wärme leicht ab-

1 Versuche über die Wärmeleitung verschiedener Körper. Carls-
e 1812. 8.

2 Mém. de l'Inst. VI. 102.

geben und somit schnell erkalten, zeigen hierdurch eine g
Affinität zu derselben, und nehmen sie daher auch wenige
an, wonach sie also schlechte Wärmeleiter sind. Hieri
der Grund, warum Böckmann seine gefundenen Result
Erfahrung dadurch mehr anzupassen sucht, daſs er das W
leitungsvermögen in einer zweiten mitgetheilten Tabelle d
des Erkaltens direct proportional setzte. Allein diese B
mung kann uns hier nicht als Norm dienen, da es doch
ausgemacht ist, daſs die untersuchten Körper in der ang
nen Zeit erkalten, und im umgekehrten Verhältnisse der
ren als Wärmeleiter zu betrachten sind. Genau genom
aber dieser Schluſs nicht genugsam begründet. Böc
wandte nämlich Kugeln von ganz gleichem Durchmes
deren eigentliche Masse daher ihrem spec. Gewichte dire
portional war. Sie gaben ihre erhaltene gleiche Wärme
Umgebung ab, deren Menge aber ihrer specifischen Wär
cität gleichfalls direct proportional zu setzen ist. Dies
müssen also die erhaltenen Werthe mit dem Producte der
fischen Gewichte in die respectiven Wärmecapacitäten m
cirt werden, um die corrigirten Bestimmungen für das V
ableitungsvermögen der Körper zu erhalten. Die spec
Wärmecapacitäten der verschiedenen Körper sind zw
nicht bei allen genau bestimmt; wenn wir aber die mu
lich richtigen Werthe in Rechnung nehmen, so erhalten
die hier zunächst zu berücksichtigenden Körper folgend
Böckmann gefundene uncorrigirte und die auf die ang
Weise corrigirten Bestimmungen des Wärmeleitungsver

Körper.	Wärmeleitung uncorr.	corrig.	Körper.	Wärmele uncorr.	
Weiſstannenh.	1,282	0,4527	Sandstein	0,749	(
Eichenh. - -	1,181	0,7861	Kalkstein	0,666	(
Mörtel - - -	0,944	0,4316	Backstein	0,988	(
Glas - - - -	0,783	0,3960	Eisen -	0,332	(

Die hiernach corrigirten Gröſsen, mit Ausnahme
Eichenholz erhaltenen, sind einander so ähnlich, daſs
der Unsicherheit der benutzten Elemente geneigt werden
das Wärmeleitungsvermögen aller Körper als gleich a
men. Hierdurch wird aber für den vorliegenden Zwec
gewonnen, indem die bekannte Erfahrung über das
che Durchleitungsvermögen der Wärme, welches wir

i der Wohnzimmer wahrnehmen, damit ohne weitläuf-hnungen nicht in Einklang gebracht werden kann.
r interessante und anderweitig höchst wichtige Versuche, m hier ein indirecter Gebrauch gemacht werden kann, Biot[1] und späterhin von Despretz[2] angestellt. Beide Stangen verschiedener Körper an einem Ende bis zu tannten Temperatur, erhielten sie am andern gleich-einem bestimmten Grade der Wärme und maſsen durch ieter, welche in gleichen Abständen in die Stangen ge-iren, die Unterschiede der Temperaturen. Hieraus eide im Allgemeinen übereinstimmend, daſs für eine iche Reihe der Abstände dieser Thermometer die Wär-welche sie zeigten, eine geometrische Reihe bildeten, lso die Curve der Wärmefortleitung eine logarithmische durch theoretische Untersuchungen von Fourier[3] be-Gesetz. Despretz, an dessen Versuche ich mich hier halten werde, findet dieses Gesetz für alle gute Leiter bei den schlechten Wärmeleitern zeigte sich aber eine ing, welche indeſs hier unberücksichtigt bleiben kann, r den vorliegenden Zweck der praktischen Anwendung iere Sicherheit des gesuchten Erfolges gewährt. Die i Weise erhaltenen Resultate stimmen dann ungleich it den für unseren Zweck berücksichtigten Erfahrungen indem die Metalle die besten, die Erden dagegen sehr Leiter der Wärme sind, denn namentlich ist das itungsvermögen des Eisens = 374,3; des Porzellans da-12,2; und der gebrannten Steine = 11,4. Indem so-den vorliegenden Zweck mit genügender Sicherheit die eit, womit die Körper die ihnen dargebotene Wärme an-derjenigen, womit sie dieselbe abgeben, umgekehrt pro-gesetzt werden kann und diese sich daher wechselseitig , so kann uns hier das Fortleitungsvermögen der Wärme verschiedenen Körpern als Norm der gesuchten Bestim-dienen. Leider aber findet sich unter den durch Des-ntersuchten Körpern das Glas nicht, welches für un-

---

aité IV. 666.
n. de Chim. et Phys. XIX. 97. XXXVI. 422. Traité élém. 1825. 8. p. 200. Vergl. *Wärme, Fortleitung derselben.*
éorie analytique de la Chaleur. A Paris 1822. 4. p. 60.

sere vorliegenden Untersuchungen am wichtigstei
Wahrscheinlichkeit kann dasselbe zwischen Marn
zellan gesetzt werden, und da die Wärmeleitung
= 23,6 für letzteres = 12,2 gefunden ist, so w
Glas = 16, oder mit einer gröfseren Annäherun;
Porzellans = 14,5 bis 15 anzunehmen seyn. En
den Versuchen von Biot das erhitzte Ende der Stai
dendem Wasser in unmittelbarer Berührung, und b
Despretz umspielte die Flamme denselben, welcl
auf die Resultate nicht ohne allen Einfluſs ist.

Alle bisherigen Versuche enthalten diesemnacl
diejenigen Bedingungen, welche bei der Entscheid
vorliegende Problem zu berücksichtigen sind, und
leicht unmöglich ist, solche Versuche anzustellen, i
selben insgesammt enthalten sind, mir hierzu aber
genblicke sowohl die erforderliche Zeit als auch
Mittel fehlten, so bemühete ich mich zu genäherten
gen durch folgenden Versuch zu gelangen. Da
merheizung die eingeschlossene Luft erwärmt is
Wärme durch die Wandungen an die äuſsere um
abgiebt, die Ableitung durch Glas aber aus dem o
benen Versuche bekannt ist, so verschaffte ich m
cylindrischen gläsernen Gefäſse von beiläufig 2 Z
4 Z. Höhe, also von etwa 12 Cub. Z. Inhalt ein
Buchenholz und eins von gebranntem Thon, let
vollkommenen Repräsentanten der Wände von geb
nen, verschloſs die Oeffnungen durch einen Kor
jedes ein möglichst gleiches, bis in die Mitte her
sehr feines Thermometer, lieſs sie bis 8° R. erka
dann alle drei an Fäden über einen Stab hängend i
kenstube, wo ein in einiger Entfernung vom Ofe
Thermometer 45° R. zeigte und beobachtete die Z
nen die Thermometer von 10 zu 10 Graden stiegen
ren in Minuten folgende

	Glas	Holz	Thon
8° bis 18°	3,25	3,75	3,5
18 — 28	3,00	5,50	4,0
28 — 38	3,25	9,00	6,5

Bei den Resultaten dieser sehr im Kleinen ang
schon aus diesem Grunde mangelhaften Versuche

s beim Glase das Durchleitungsvermögen für alle Temterschiede gleich, beim Thone aber und noch ungleich n Holze den Zunahmen der Wärme umgekehrt propor-

Dieses Resultat, welches durchaus auf keinem Beobehler beruhet, wird durch die Erfahrung bestätigt, indem nten Körper in einer höheren Temperatur leicht um ade wärmer werden, dann aber selbst mit glühenden in Berührung nur langsam einen hohen Grad der Hitze weswegen auch die Kachelöfen von Aufsen erst spät eutende Hitze zeigen, obgleich sie im Innern mit gläft in Berührung sind oder selbst glühen. Hieraus erferner, warum die Wände und Meublen, wenn nach er Kälte schnell eine höhere Temperatur eintritt, so-Aufsen nafs werden, nachher aber, wenn sie mehr ernd, und die Temperatur noch bedeutend steigt, keieinen gleichen Grad der Feuchtigkeit zeigen, obgleich e des Wasserdampfes in der Atmosphäre mit der Temnimmt.

nen wir einstweilen das Resultat dieser Versuche als, und setzen die Leitungsfähigkeit den gefundenen Zeikehrt proportional, so giebt dieses folgende Werthe, lases als Einheit angenommen

Glas = 1; Holz = 0,5206; Thon = 0,6786.

the gelten indefs für den Fall, wenn der Unterschied peratur 30° R. beträgt, und da das Leitungsvermögen es in höheren Temperaturen so bedeutend abnimmt, so Bedenken, sie den nachfolgenden Berechnungen zum zu legen. Wenn dagegen die aus den zwei ersten Reitnen, einem Temperaturunterschiede = 20° R. zugeestimmungen benutzt werden, so erhält man folgende

Glas = 1; Holz = 0,6756; Thon = 0,8334;

h um so lieber annehme, als sie mit dem Resultate ei-Controle angestellten Versuches sehr nahe übereinstimh liefs nämlich die Temperatur der Gefäfse durch weiernung vom Ofen langsam auf 35° R. herabgehen, stellte in ein luftiges Zimmer von 10° R., liefs sie bis 15° R. notirte die hierzu erforderliche Zeit und erhielt hiermit dem angegebenen sehr nahe übereinstimmendes Re-

Diese angenommene Bestimmung steht aufserdem se Einklange mit derjenigen, welche so eben aus den Versı von Despretz abgeleitet ist. Wird nämlich die Wärmel des Glases hiernach aus der des Thones berechnet, so man 14,6, mit der einen dort angenommenen Grösse übereinstimmend und von der andern so wenig abweichen bei so schwankenden Elementen nur immer zu erwarten ist

Endlich fehlt indess zur Berechnung der erforderlicher ssen noch eine sehr wesentliche Bestimmung, nämlich d Leitungsfähigkeit gewöhnlicher Mauersteine. Ist es gleic möglich, diese mit völliger Sicherheit zu erhalten, so g ich dennoch, dass man zu einem sehr genäherten Wert folgende Weise gelangen kann. Despretz fand das Wär tungsvermögen des gebrannten Thones = 11,4, des M = 23,6. Würde nun das Wärmeleitungsvermögen der I steine der des Marmors genau gleichgesetzt, so wäre $= \frac{0,8336 \times 23,6}{11,4} = 1,72$; wenn man aber berücksichtigt die gemeinen Mauersteine meistens feuchter als Marmor und diesemnach ihre Leitungsfähigkeit um 0,27 vermeh kann diese Bestimmung sich nicht weit von der Wahrhe fernen. In einigen Gegenden bedient man sich der marm gen Kalksteine, zuweilen auch eines Kalktuffes zum M dessen Leitungsfähigkeit, eben wie die des Trachyts ohne fel geringer ist, als des Marmors, und daher füglich a herabgesetzt werden kann, für gemeine, sandsteinartige setze ich dieselbe aber = 2,00.

Ehe von den hier erhaltenen, wahrscheinlich weni sehr genäherten, Bestimmungen eine Anwendung auf di schiedenen Heizungsarten gemacht werden kann, ist noc wichtige Frage zu entscheiden, in welchem Verhältniss di mehrte Dicke der Körper zu ihrem Leitungsvermögen Böckmann[1] stellte Versuche mit Kugeln von 1 und 2 Z. I messer an, wobei also die Wärme die einfache und da doppelte Dicke der Hülle durchdringen musste, und fand für das Verhältniss der Zeiten bei Wismuth = 1 : 2,3 Zink = 1 : 2,08; bei Hagebuchenholz = 1 : 2,58; w also im Mittel das Ableitungsvermögen der Körper in

1 A. a. O. S. 133.

ßeren Verhältnisse als dem einfachen der Dicke abnimmt. ses folgt auch aus der Natur der Sache; denn da bei dem rchgange der Wärme durch jede gegebene Dicke eines leiten- n Körpers die nämlichen Hindernisse zu überwinden sind, so fs hieraus die Zeit des Durchganges im umgekehrten Verhält- sse der Dicken stehen, und dieses Verhältnifs mufs noch da- rch wachsen, dafs die Wärme bei abnehmendem Unterschiede r Spannung die gleich grofsen Räume weniger schnell durch- ft[1]. Die hiernach festzusetzende Regel weicht zwar sehr derjenigen ab, welche Wagenmann[2] hierüber aufgestellt wonach die Durchleitung den Cubikwurzeln aus den Dik- der Körper umgekehrt proportional seyn soll; allein gegen letztere, weder durch Theorie noch Erfahrung begrün- , Regel streitet das Resultat der von Böckmann angestellten rsuche, eben wie die durch Biot[3] aufgestellte durch Des- tz bestätigte und durch Fourier[4] in einem sehr zusam- gesetzten Calcüle dargelegte Theorie, wonach das Gesetz Fortpflanzung der Wärme in den verschiedenen Körpern ch eine logarithmische Curve dargestellt wird. Endlich mt auch die gemeine Erfahrung mit jenem Gesetze überein, em zwei Fufs und darüber dicke Hüllen der Feuerungs- ume bei Dampfmaschinen u. s. w. an der einen Seite glühend, der andern aber nur unmerklich warm zu seyn pflegen, und s man in kalten Wintern die Fenster mit dickem Eise über- en findet, während solches an den Thüren und Wänden und sterrahmen nicht zum Vorschein kommt. Man wird sich r von der Wahrheit nicht sehr entfernen, wenn man in der ktischen Anwendung zur Bequemlichkeit der Rechnung das setz annimmt, dafs die Wärmeleitung durch die verschiede- n Wände der erwärmten Räume den Dicken derselben umge- hrt proportional ist. Dabei kommt jedoch sehr in Betrach-

1 Diese sehr elementare Darstellung des schwierigen Problems g für den vorliegenden praktischen Zweck genügen. Sehr gelehrt t dasselbe behandelt durch Fourier a. a. O.

2 A. a. O. S. 8.

3 Traité. IV. 666.

4 Als Resultat seiner Untersuchungen stellt Fourier a. a. O. p. den Satz auf: Si l'on doublait l'épaisseur de l'enceinte, on au- le même résultat, que si l'on employoit une substance, dont la ducibilité propre serait deux fois plus grande.

tung, dafs die eine Seite dieser Wandungen zuvor bis zu geforderten Temperatur erhitzt seyn mufs, indem sonst die ken Wandungen wegen der Gröfse ihrer Massen einer grol Menge der sie berührenden Luft ihre Wärme entziehen, durch die niedergeschlagenen Dämpfe eine nasse Oberfläche halten.

7. Ein sehr bedeutender Wärmeverlust geheizter Rä entsteht durch die Risse, welche sich in grofser Menge in Thüren und Fenstern, zum Theil auch selbst in den Dec und Wänden, namentlich zwischen den Fensterbänken find und ist um so bedeutender, je geringere Sorgfalt in manc Gegenden auf die Dichtigkeit der Zimmer verwandt wird. I die Quantität der hierdurch entweichenden warmen, und eindringenden kalten Luft sehr bedeutend sey, dieses ist sc aus der grofsen Menge Luft ersichtlich, welche in einen ziehenden Windofen zu strömen pflegt, und bei verschlossen Zimmer doch nothwendig durch jene Oeffnungen eindrin mufs. Um sie genau zu berechnen ist erforderlich, dafs Weite der Risse, die Höhe derselben über dem Fufsboden der Unterschied der inneren und äufseren Temperatur bek sind, indem hiervon die Geschwindigkeit der Luftströmung hängt, wodurch dann wiederum die Menge der in einer gege nen Zeit eindringenden kalten und ausströmenden warmen I bedingt wird. Dabei ist dann ferner zu berücksichtigen, mindestens in den Wohnzimmern die Thüren mehr oder n der oft, die Fenster meistens einigemal täglich geöffnet zu w den pflegen, wodurch jederzeit mehrere Cubikfufs warmer I entweichen. Weil es indefs zu unbestimmt ist, wie oft das ne und das andere zu geschehen pflegt, so begnüge ich n ohne genauere Berechnung mit der allgemeinen Bemerkung, bei der Zimmerheizung auf den bedeutenden, hieraus erwa senden, Wärmeverlust Rücksicht zu nehmen ist.

Die Weite der Fugenöffnungen und sonstiger Risse Thüren, Fenstern, in den Decken und Wänden nebst il Höhe über dem Fufsboden ist schwer zu bestimmen. N TREDGOLD[1] soll die Weite der Fugen einer gut schliefsen Thür $\frac{1}{100}$ F. betragen, erreicht aber meistens das Doppelte ser Gröfse, und eben dieses ist der Fall bei jedem Fenster.

1 A. a. O. S. 44.

einer Thür setzt er im Mittel zu 7 engl. F., der leichteren nung wegen nimmt er aber 8 F. an, den Unterschied der peratur aber $= 26^{\circ},7$ R. und berechnet dann nach einer hen Formel als diejenige ist, welche unten Nr. 31 mitge- werden wird, die Menge der in jeder Minute durch eine oder ein Fenster entweichenden warmen Luft zu 11,25 F. Man darf indefs diese Bestimmung nur als eine genä- betrachten, denn bei den Thüren befinden sich die Risse n ihrer obersten Höhe, und bei den Fenstern ist die Höhe tend gröfser. Dagegen mufs aber berücksichtigt werden, ie Geschwindigkeit, womit die warme Luft aus den obe- Oeffnungen der Thüren und Fenster entweicht, eine glei- eschwindigkeit des Einströmens der kalten in die unteren führt, so dafs also hiernach das gefundene Resultat füg- it der Erfahrung bestehen kann. Nach Wagenmann[1] da- beträgt bei einer mittleren Temperaturdifferenz von 18° Geschwindigkeit der durch die Risse in den Fenstern aus- den Luft 2,5 F. in einer Secunde, und wenn dann die dieser Oeffnungen in jedem Fenster 4 Quadratzolle be- so ist der Wärmeverlust in 1 Minute in genähertem Wer- 4 Cub. F. rheinl. zu setzen. Für eine Thür nimmt der- 6 Quadratzolle der gesammten Oeffnungen an, die Ge- digkeit der Strömung dagegen nur $\frac{1}{3}$ so grofs, weil die in der Regel nicht ins Freie gehen, wonach der Wär- ust also geringer seyn mufs, und nur $\frac{6}{3} = 2$ Cub. F. in te betragen soll. Die letztere Annahme läfst sich indefs wohl rechtfertigen; denn da die Geschwindigkeit der Strö- n sich verhält wie die Quadratwurzeln aus den Höhen der Unterschied der Temperatur, so giebt dieses, die n 8 F. das Fenster zu 12 F. Höhe, die äufsere Tempera- renz zu 18°, die in den Gängen zu 12° angenommen ein tnifs $= \frac{282}{346} \times \frac{12}{18} = \frac{3384}{6228}$, oder nahe $= \frac{1}{2}$.

ehme ich die Höhe des Fensters zu 10 F. vom Fufsboden echnet, und einen Temperaturunterschied von 25° C., so Geschwindigkeit der Luftströmung $= 2,3$ F. in der Se- , und 1 Quadratzoll Oeffnung liefert mit Wagenmann nstimmend sehr nahe einen Par. Cubikfufs warme Luft, e in 1 Minute um die Differenz der inneren und äufseren

---

1 A. a. O. S. 9.

Temperatur abgekühlt wird. Bei den Thüren, welche oh gewöhnlich einigemale des Tags geöffnet werden, zugleich die Nebenzimmer und Gänge so viel wärmer erhalten, je figer dieses geschieht, nehme ich 8 F. Höhe und 20° C. T peraturdifferenz an, in welchem Falle 0,6 Cub. F. Luft Minute durch 1 Quadratzoll Oeffnung verloren werden. Fi scheint mir WAGENMANN's Bestimmung der Gröfse der (nungen bei Fenstern und Thüren ungleich richtiger zu seyn die unbestimmtere von TREDGOLD, und so will ich dann gle falls für Kittfenster 2 Z. und für Bleifenster 4 Z., für jede T aber 6 Z. Oeffnung annehmen, in welchem Falle durch j Kittfenster 2 F., durch jedes Bleifenster 4 F. durch jede T aber 3,6 F. Luft in jeder Minute verloren werden.

8. Endlich giebt TREDGOLD nur oberflächlich, WAG MANN[1] dagegen sehr genau die Wirkung gut schliefsender I pelfenster an. Hängt nämlich ein Thermometer innerhalb Zimmers am Fenster, ein anderes zwischen beiden und ein tes aufserhalb, so wird ohne besonders modificirende Umst das mittlere eine geringere Temperatur zeigen, als das aritl tische Mittel der inneren und äufseren beträgt. Zeigt z. B. innere 12° R., das äufsere 0°, so wird das mittlere nur etw bis 4° zeigen. Man darf sonach annehmen, dafs die Ab lung durch doppelte Fenster nur den dritten Theil von der gen durch einfache betrage, da sie der Temperaturdifferenz schen der inneren und äufseren Wärme proportional ist.

Von den bisher mitgetheilten Untersuchungen läfst leicht eine Anwendung auf die verschiedenen Arten der Hei machen. So läfst sich danach berechnen, wie viel Brenn rial verwandt werden müsse, um eine gewisse Quantität ' serdampf bei Dampfmaschinen zu erzeugen, oder eine ge Menge Branntwein überzudestilliren, und wie viele Wärm bei, so wie bei andern Heizungen, durch die aus Thon gebrannten Steinen bestehende Umgebung des Feuerraumes loren wird. Unter den vielen hierher gehörigen Probl wähle ich indefs das weitläuftigste und schwierigste, nä die Heizung der Zimmer zur näheren Betrachtung, wobe erst der Wärmeverlust, und dann der Ersatz desselben durc gangbaren Heizmethoden zu berücksichtigen ist.

---

1 A. a. O. S. 11.

9. Der Wärmeverlust irgend eines gegebenen Zimmers in er anzunehmenden Zeit-Einheit läſst sich auf keine Weise ig genau berechnen, theils weil die oben aufgesuchten Bemungen nicht vollkommen genau seyn können, theils weil cht füglich zu berechnende Nebenbedingungen einen ausnehnd bedeutenden Einfluſs ausüben. Dahin gehört insbesonre der Einfluſs des Windes auf die schnellere Abkühlung der ssern Wandungen und die durch Feuchtigkeit auſserordentlich mehrte Leitungsfähigkeit der letzteren, wenn sie massiv sind, daſs ich mich nicht weit von der Wahrheit zu entfernen glaun, indem ich diese letztere für diejenigen Wände und Fenrahmen auf das Dreifache erhöhe, welche nach Auſsen frei hen. Wird diesemnach angenommen, daſs ein Zimmer schon s zu der erforderlichen Temperatur erwärmt und also den nden schon eine diesem entsprechende Wärme mitgetheilt t, so wird der dauernde Wärmeverlust oder die Abkühlung n der inneren zur äuſseren Temperatur in 1 Minute folgende ssen betragen.

Ein Pariser Quad. F. Fensterglasfläche, nahe 1 Lin. dick anommen, nach Nr. 5 . . . . = 0,300 Cub. F.

Dieselbe Fläche eichene Fensterrahmen

1 Z. dick nach Nr. 6. = $\frac{3 \times 0,68 \times 0,3}{12}$ . . 0,051 —

ren zu 1 Z. dick = $\frac{0,68 \times 0,3}{12}$ . . . . . . 0,017 —

Wände von gebrannten Steinen und Holz, n sie nach Auſsen gehen, 6 Z. dick

= $\frac{3 \times 0,84 \times 0,3}{72}$ . . . . = 0,011 —

selben, wenn sie an ungeheizte Räume stoſsen . . . . = 0,004 —

de von Bruchsteinen, 2 F. dick, wenn nach Auſsen gehen, $\frac{3 \times 2,0 \times 0,3}{288}$ = 0,0063 —

ieselben, wenn sie an ungeheizte Zimmer er Gänge stoſsen, 18 Z. dick = $\frac{2,0 \times 0,3}{216}$ = 0,0028 —

ieselben unter gleicher Bedingung, von brannten Steinen, 12 Z. dick = $\frac{0,84 \times 0,3}{144}$ = 0,0018 —

Fufsböden und Decken, 10 Z. dick, wenn sie zu einem, dem freien Luftzuge ausge-

setzten Orte führen $= \frac{3 \times 0{,}84 \times 0{,}3}{120} = 0{,}0063$

Dieselben, wenn sie an ungeheizte aber ge-

schlossene Räume grenzen $= \frac{0{,}84 \times 0{,}3}{120} = 0{,}0021$

Dafs diejenigen Wände, Decken, Fufsböden, Thüre selbst auch Fenster, welche die geheizten Räume von geheizten trennen, bei der Berechnung gänzlich wegfallen steht sich von selbst.

10. Hierzu kommt dann noch der Wärmeverlust du Oeffnungen der Thüren und Fenster, welcher nach Nr. 7 gefunden wird, und eine nicht unbedeutende Gröfse b desgleichen ein nicht leicht zu berechnender, welcher au Durchgange der Luft durch die feinen Risse der Wänd hauptsächlich der Decken entsteht. Sind namentlich die ern schnell und nicht mit Sorgfalt gemauert, so bleibe schen den Steinen unvermeidliche Risse, welche zwar mi tel überdeckt und an der Oberfläche durch Weifsen, A oder Tapete verschlossen werden, dennoch aber die an s geringe Ableitung durch die massiven Theile etwas er Noch ungleich mehr ist dieses der Fall bei den aus Ho und Ziegelsteinen oder geeigneten Bruchsteinen bestel Wänden, bei denen namentlich das Holz durch Austr schwindet, und unvermeidliche, wenn gleich nicht sichtbare, Risse zurückläfst, und eben so bei den Decke mentlich wenn sie in den oberen Stockwerken zu den l Speichern führen. Wollte man dieses in Abrede stell würde solches dahin führen, die Decken und Wände al dicht schliefsend zu betrachten, welches aber gegen die b te Schwierigkeit streitet, irgend einen Raum luftdicht schliefsen. Für Fufsböden und Wände, durch welche di me Luft kein Bestreben hat, vermöge ihres Aufsteigens a weichen, mag daher dieser Wärmeverlust blofs in sofern b sichtigt werden, als er in manchen Fällen das schnellere ten der Zimmer erklärt, bei den Decken aber glaube ic Betrag der Risse = 0,00005 der ganzen Fläche annehm dürfen, wenn sie zu ungeheizten Zimmern führen, und mal so grofs, wenn sie den Fufsboden luftiger Speicher l

ei dann zugleich die in diesem Falle stattfindende gröfsere ungsfähigkeit berücksichtigt wird. Beträgt demnach die Höder Zimmer 14 F. und der Temperaturunterschied 25° C., rhält die Luft eine Geschwindigkeit = 2,72 F. in einer Secde, und es entweichen durch 1 Quadratzoll Oeffnung 1,13 . F. Luft in 1 Minute, oder um für den Fall, dafs die cke zum Speicher führt, sogleich mit 3 zu multipliciren, und Factor 0,00005 allgemein beizubehalten, 3,4 Cub. F.; für Temperaturdifferenz von 20° C. aber, also wenn die den Fufsboden eines ungeheizten Zimmers bildet, beigt die Strömungsgeschwindigkeit 2,17 F. in einer Secunde, der Wärmeverlust 0,9 Cub. F. für 1 Quad. Z. Oeffnung in inute.

11. Um an einigen Beispielen zu zeigen, auf welche Wei- gegebenen Fällen die Berechnung des Wärmeverlustes anellen sey, möge Folgendes dienen. Es werde angenommen riser Mafs ein Zimmer 16 F. breit, 18 F. tief, 14 F. hoch, lbe habe zwei Fenster, jedes 6,0 F. hoch, 3,5 F. breit und Thüren, jede 7,5 F. hoch und 3,5 F. breit, zwei der de mögen ins Freie gehen, die beiden andern an ungeheizme grenzen, so giebt dieses folgende Werthe.

Quad. F. Glasfläche geben 27,5×0,3	8,25	Cub. F.
— — Holzfläche — 14,5×0,051 . .	0,74	—
Fenster mit Sprossen, jedes 2 Z. Oeffnung .	4,00	—
i Thüren zu 52,5 Q. F. = 52,5×0,017 . .	0,89	—
elben, jede zu 3,6 F. Verlust durch Risse . .	7,20	—
Gesamtverlust durch Kittfenster und Thüren .	21,08	—
— — — Bleifenster	25,08	—
terwand nach Aufsen 182 Quadrat Fufs = 182×0,0063 . . . . =	1,15	—
gleichen zweite = 252 Q. F. = 252×0,0063 .	1,59	—
ide Wände, an Gänge oder Zimmer grenzend, nach Abzug der zwei Thüren 423,5 Q. F. = 423,5×0,0028 . . . . =	1,20	—
Gesamtverlust durch die Wände	3,94	—
tänden die beiden ersteren aus Holz und Steinen, so gäben sie 434×0,011	4,774	—
e beiden letzteren in diesem Falle 423,5×0,004 .	1,694	—
Gesamtverlust durch die Wände	6,47	—

5. Fuſsboden und Decke dem freien Luftzuge ausgesetzt, geben 576 × 0,0063 . . . . . . = 3,63 Cub
6. Dieselben ohne dem freien Luftzuge ausgesetzt zu seyn = 576 × 0,0021 . . . . 1,21 –
7. Verlust durch die Decke nach Nr. 10 im ersten Falle = 288 × 144 × 0,00005 × 3,4 . . . . 7,45 –
8. Desgleichen im zweiten Falle = 288 × 144 × 0,00005 × 0,9 . . . . = 1,87 –
9. Beständen endlich die beiden, an ungeheizte Zimmer oder Gänge grenzenden Wände aus gebrannten Steinen zu 12 Z. Dicke, so wäre der Wärmeverlust = 423,5 × 0,0018 . . = 0,76 –

Für ein Zimmer von der angegebenen Gröſse und Einrich in einem massiven Hause wäre also der Wärmeverlust aus N Nr. 3, im Mittel aus Nr. 5 und 6, desgleichen aus Nr. 7 zu mengenommen = 21,08 + 3,94 + 2,42 + 7,45 = 34,89 Cub. F. Luft, welche in 1 Minute um die Differenz der in ren und äuſseren Temperatur abgekühlt werden. Diese G kann nach Nr. 2 auf 38,89 wachsen, wenn dasselbe Bleifen hat, oder auf 29,31 nach Nr. 8 herabgehen, wenn die D nicht durch einen, dem freien Luftzuge ausgesetzten Raum grenzt ist. Wären die innern Wände von der in Nr. 9 a nommenen Beschaffenheit, so betrüge jene obere Gröſse 3 Cub. F. Für ein Zimmer mit Wänden aus Holz und Ste würde statt Nr. 3 vielmehr Nr. 4 zu setzen seyn, und jene ſse daher auf 37,42 Cub. F. wachsen, mit Bleifenstern also 41,42 u. s. w. ohne den bedeutenden Verlust durch geöff Thüren und Fenster zu berücksichtigen. Diese Bestimmu gelten indeſs nur für die angegebene und eine wenig versc dene Temperaturdifferenz. Da aber die Strahlung der Wä bei gröſserer Intensität derselben so bedeutend wächst, so g be ich der Wahrheit am nächsten zu kommen, wenn ich ann me, daſs die auf die angegebene Weise gefundene Gröſse $\left(\frac{\Delta t}{25}\right)^2$ multiplicirt werden muſs, um ein richtiges Resultat erhalten, wenn Δt den Temperaturunterschied der inneren äuſseren Luft in Centes. Graden bezeichnet.

Das hier gefundene Resultat der Abkühlung geheizter Z mer ist geringer, als die beiden bedeutendsten Gewährsmän

...DGOLD und WAGENMANN dasselbe angeben; allein da es ...h auf die Ergebnisse genau angemessener Versuche stützt, so ...ſs es bis zu näheren Bestimmungen beibehalten werden. ...enn aber aus der gemeinen Erfahrung zu folgen scheint, daſs ...i der gewöhnlichen Heizung eine stärkere Abkühlung stattfin... t, so ist dieses eine Folge davon, daſs meistens die Fenster ...d Thüren der Zimmer nicht so fest schlieſsen, als hier ange...mmen ist, die Wände sind nicht selten rissiger, als sie der ...echnung nach seyn sollten, und sehr feuchte Mauern geben ...hl ohne Zweifel eine über die angenommene Regel hinausge...de Abkühlung. Auſserdem aber beträgt der Inhalt des ange...menen Zimmers nur 4032 Cub. F. und es würde dasselbe al...n $11\frac{3}{3}\frac{2}{9}$ Min. d. h. in 1 Stunde 53 Min. gänzlich abgekühlt seyn, ... es würde innerhalb einer Stunde nach dem Versiegen der ...mequelle um nahe $\frac{1}{2}$ der Temperaturdifferenz herabsinken, ...ches gewiſs mit der Erfahrung genau genug übereinstimmt.

... 12. Soll also ein gegebenes Zimmer fortdauerd bei der ...eren Temperatur erhalten werden, so muſs eine gewisse ...mequelle vorhanden seyn, welche die stets fortdauernde ...hlung unausgesetzt compensirt. Um die erforderliche ...ksamkeit dieser letzteren mehr als bloſs oberflächlich zu ...tzen, müſste die Gröſse der Temperaturdifferenz gegeben seyn, ... da diese bekanntlich an den verschiedenen Orten der Erde ...zu verschiedenen Zeiten sehr ungleich ist, so bleibt nichts ...g, als eine gewisse normale Gröſse hierfür festzusetzen, wel...dann in sofern leicht auf andere Fälle anwendbar ist, als ... die erforderliche Wärmeproduction der Gröſse der Tempe...differenz direct proportional setzen kann. Zwei Wärme...len werden gewöhnlich weder bei den theoretischen Unter...ungen über die Zimmerheizung[1], noch bei der praktischen ...endung derselben in Rechnung genommen, und dennoch ...sie keineswegs so unbedeutend, als man hiernach schlieſsen ..., nämlich die durch den Lebensprocess der Menschen und ... durch das Brennen der Lichter gegebene. Weil sich indeſs ...auſserordentliche Wärme in hell erleuchteten und mit Men...en überfüllten Zimmern hieraus erklärt, so will ich in genä...tem Werthe auch diese Gröſsen zu bestimmen suchen.

1 FOURIER a. a. O. gedenkt derselben allerdings ohne nähere ...immung.

Ein gesunder erwachsener Mensch verwandelt[1] nach Al und Pepys in 24 Stunden 5148 Gran engl. Kohlenstoff in K lensäure, und da die durch den Lebensprocefs erzeugte W nach Lavoisier gröfser ist, als die durch blofses Verbren so können wir diese Angabe, als die gröfste unter allen b halten, wenn wir zugleich annehmen, dafs ein Gran Koh stoff beim Verbrennen 40 Gran Eis zum Schmelzen bringt, nach also jene 5148 Gran zusammen 205920 Gran Eis von 0 Temperatur zu schmelzen vermögen. Indem aber 5760 Grane 1 Pf. Troy Gewicht oder 372,9986 Grammes betr 1 Gran Wasser aber ein Cub. Centimeter bildet, ein 443,296 Par. Lin. ausmacht[2], das Eis aber 75° C. also 3 Cent. Grade Wärme gebraucht, um flüssig zu werden, das hältnifs des Luftvolumens zu dem des Wassers aber bei glei Gewichte $= 1 : 0{,}001299$ und die Wärmecapacität beid $0{,}2669 : 1$ ist, so reicht diese Wärmeproduction hin,

$$\frac{3 \times 205920 \times 372{,}9986 \times 443{,}296^3}{1000000 \times 5760 \times 0{,}001299 \times 0{,}2669 \times 144^3} = 3444 \text{ Par.}$$

F. Luft, also in 1 Minute 2,4 Cub. F. Luft um 25° C. W zu erhöhen. Es ist indefs bekannt, dafs der Lebens- und brennungs-Procefs der Menschen nicht zu allen Zeiten g ist, und da er bei der Anstellung jener Versuche schon w der Aufmerksamkeit auf dieselben gesteigert seyn mufste, kann jene gefundene Gröfse für solche Individuen, welch lebhafter Bewegung sind, z. B. Tanzende oder Handarbeiter, lich beibehalten, für Stillsitzende aber auf die Hälfte her setzt werden, um auf allen Fall kein zu grofses Resultat zu halten, und die Angabe über die Menge des verbrannten K lenstoffs von Allen und Pepys mit der von Lavoisier zugleichen.

Auf gleiche Weise reicht 1 Pf. Oel oder Unschlitt Dalton[3] beim Verbrennen hin, um 104 Pf. Eis von 0 Temperatur zu schmelzen. Wird also, mit Rücksicht auf leichteres Gewicht, angenommen, dafs im Mindesten 8 Li auf 1 Pf. gehen, und ein solches 10 Stunden brennt, so er mit Beibehaltung der oben angewandten Werthe 1 Unschlitt

1 S. *Athmen*. Th. I. S. 422.
2 Vergl. *Mafs*.
3 Gmelin Handbuch d. Chemie. I. S. 149. Vergl. *Wärme*.

g eine diesem gleiche Oellichtflamme in jeder Minute eine rme, wodurch 2,04 Cub. F. Luft um 25° C. erhöhet werden, Grölse, welche bei der Genauigkeit der zum Grunde liegen- Bestimmungen unverändert beibehalten, oder auf 2,1 erhöhet den kann. Rechnet man also für ein Zimmer von der angegebe- Gröfse 2 Lichter und 4 Menschen, so werden diese den be- hneten Wärmeverlust des einmal geheizten Zimmers um nahe oder um ⅛ wieder ersetzen, ohne den bedeutenden Abgang ch Oeffnen der Thüren und Fenster in Anschlag zu bringen.

Alle übrige, und wo die angegebenen Ursachen fehlen, Wärme der Gemächer wird durch Verbrennung eines Brenn- rials erzeugt, und die Art, wie dieses geschieht, oder Wärme den Zimmern zugeführt wird, heifst dann die Hei- g derselben. Obgleich die verschiedenen Heizungsarten nches mit einander gemein haben, so unterscheiden sie sich h in einigen wesentlichen Puncten, weswegen ich die vor- lichsten derselben einzeln beschreiben werde, nämlich die al-Heizung, die Ofenheizung, die Luftheizung und die pfheizung, und werde ich mich bei vorkommenden glei- Bedingungen dann auf das schon Gesagte wieder beziehen.

13. Die *Canalheizung* wird hauptsächlich nur zur Erwär- g der Treibhäuser deswegen angewandt, weil man dadurch Wärme dem Boden der grofsen Räume nahe bringen, sie r gleichmäfsig vertheilen und manche Gewächse, welche vie- Hitze bedürfen, sehr nahe mit den warmen Canälen in Be- rung bringen kann, wogegen die sonst am meisten gebräuch- he Ofenheizung für die grofsen Räume der in der Regel nicht cht gebaueten Treibhäuser an einigen Stellen zu grofse Hitze ben, an andern aber die Pflanzen nicht gegen das Erfrieren chern würde. Die Canäle sind meistens von quadratischem er rectangulärem Queerschnitte aus gebrannten Steinen so ge- ert, dafs sie vom Ofen aus wenig ansteigend nicht viel über n Boden der zu heizenden Räume erhaben der Länge nach an n Seiten der Wärmehäuser hinlaufen, die aus dem Ofen kom- ende heifse Luft nebst dem Rauche durch sich hindurchleiten, d am Ende aus einem gerade aufsteigenden Schornsteine ent- ichen lassen. Zuweilen sind diese Canäle mit gufseisernen tten, der gröfseren Haltbarkeit wegen, bedeckt oder ganz raus gefertigt. Die Hauptsache beruhet darauf, dafs der am de befindliche Schornstein gut zieht, um hierdurch zugleich

einen Zug in den wenig ansteigenden Canälen zu bewirken, sonst der gröſste Theil der im Ofen erhitzten Luft aus der Einheizen dienenden Oeffnung desselben entweicht, und benutzt verloren wird. Auf allen Fall ist diese Heizungsart letzteren Umstandes wegen nicht holzersparend und in der lage oft unsicher rücksichtlich der Erreichung des beabsichti Zwecks, indeſs lassen sich hierfür keine weiteren Regeln a ben, als daſs es gut ist, den Ofen so tief zu legen, und Schornstein so hoch zu machen, als es die Localität verst um den Zug hierdurch zu befördern.

Auſserdem dient, oder diente vielmehr früher, ehe Luftheizung allgemeiner bekannt war, die Canalheizung zur Erwärmung der Zimmer in Pallästen. Die Stubenöfen der Art haben nämlich das Unangenehme, daſs sie in ihren he eine überaus groſse Hitze verbreiten, die Wirkung ihre wärmung aber nicht auf groſse Fernen erstrecken, mithin für sehr geräumige Säle nicht eignen, wo sie ohnehin oft symmetrisch angebracht werden können und somit leicht oder weniger entstellen. Man suchte daher die Fuſsböden Wände zu erwärmen, um die Ableitung der Wärme durch se zu hindern und noch auſserdem den erforderlichen Wi überschuſs für die nicht erwärmten Wände, Thüren und ster, desgleichen für die im Zimmer befindliche Luft von zu gewinnen. Zu diesem Ende werden Röhren, meisten Eisenblech, in den Wänden und unter dem Fuſsboden l führt, mit einem groſsen Ofen in Verbindung gesetzt, un ten auf diese Weise den heiſsen Rauch und die erhitzt aus demselben durch sich hindurch, um den gewünschte fect hervorzubringen. Die Einrichtung hat die so eben be ten Nachtheile und ist noch auſserdem wegen möglicher F gefahr gefährlich, wie man mich denn glaubhaft versicher daſs das Schloſs in Cassel unter der Regierung des Köni rome Napoleon durch diese Veranlassung abgebrann Das allgemeinere Bekanntwerden der Luftheizung wird Methode gänzlich verbannen.

14. Die *Ofenheizung*, die gemeinste unter allen, l darin, daſs man Oefen in die Zimmer setzt, das Brenn darin verbrennen läſst, und die hierdurch erzeugte Wärn Zimmern unmittelbar mittheilt. Sie ist, unter übrigens gl Bedingungen, im Allgemeinen die mindest kostspielige u

[illegible]ste rücksichtlich der gewissen Erreichung des beabsichtig- Zwecks einer hinlänglichen Erwärmung, wenn die Zimmer [illegible] allzu grofs sind, wie Fabrik- Concert und Tanz-Säle, [illegible]ater, Kirchen u. s. w. Dagegen haben die Stubenöfen mehr [illegible] minder den schon gerügten Nachtheil einer ungleichen Ver-[illegible]lung der Wärme, indem sie bei grofser Hitze in ihrer Nä-[illegible] die entfernteren Theile der Zimmer kalt lassen, und dafs die [illegible] ihnen ausstrahlende Wärme überhaupt unangenehm afficirt. [illegible]brigens ist die Ungleichheit der durch sie bewirkten Erwär-[illegible] der Zimmer in sofern oft vortheilhaft, als die verschiede-[illegible] Bewohner derselben nach ihrer individuellen Disposition [illegible] in geringerer oder gröfserer Entfernung von ihnen aufhal-[illegible] können. Bei den Oefen kommt dann das Material, woraus [illegible]bestehen, ihre Form und Gröfse in nähere Betrachtung.

§. 15. Im Allgemeinen ist das Materiale der Oefen entweder [illegible] oder Thon; denn obgleich auch Kupfer sich wegen sei-[illegible] mehr als doppelt so grofsen Wärmeleitung sehr gut dazu [illegible]en würde, so ist es doch theils zu kostbar, theils verbreitet [illegible]hitzt leicht einen unangenehmen Geruch, würde in grofser [illegible] sich leichter biegen und mehr verzehrt werden und aufser-[illegible] würde seine gröfsere Ausdehnung leicht ein Abfallen des [illegible] verursachen. Die übrigen Metalle, welche man wohl [illegible] benutzen könnte, sind theils zu kostbar, theils zu leicht [illegible] für den erforderlichen Grad der Hitze, und so wird das [illegible], welches sich in jeder Hinsicht sehr gut dazu eignet, aus-[illegible]lich dazu verwandt. Ferner wählt man in der Regel [illegible]eisen, weil dieses am wohlfeilsten ist, und am leichtesten [illegible] hierfür pafslichen Form dargestellt werden kann; aufser-[illegible] aber Eisenblech theils in Absätzen zwischen den Theilen [illegible] Gufseisen, theils als Aufsätze auf gufseisernen Heizkasten, [illegible]ils für die ganzen Oefen. Das Eisenblech hat den Vorzug, [illegible] es die Wärme leichter durchläfst, dagegen aber ist es theu-[illegible] und verbrennt wegen seiner unbedeutenden Dicke leichter, [illegible]wegen es sich für den Heizkasten nicht eignet. Ohnehin [illegible] blofs die alten Oefen aus den Zeiten, als die Kunst des [illegible]fsens noch unvollkommener war, dick und schwerfällig, die [illegible]uen aber haben kaum mehr als zwei bis vier Linien Metall-[illegible]rke, so dafs man aus dieser Ursache nicht genöthigt ist, zu [illegible] dünneren Bleche seine Zuflucht zu nehmen. Eiserne Oe-[illegible] haben in einem hohen Grade den schon gerügten Nachtheil,

dafs sie die Wärme stark ausstrahlen lassen und deswege ihrer Nähe unangenehm afficiren, auch verbreitet das E wenn sie sehr stark geheizt werden, theils an sich, theils d den leicht in ihnen verbrennenden Rufs einen übelen Ge endlich nehmen sie sehr schnell eine grelle Hitze an und g diese in kurzer Zeit wieder ab, so dafs sie also bald erk und eine oft wiederholte Erneuerung des Feuers, eine sor tigere Wartung, ein häufigeres Nachlegen erfordern. Ber sichtigt man dagegen aber, dafs sie die Zimmer ungleich scl ler erwärmen, bei grofser Kälte die Hitze bedeutend weit treiben vermögen, als thönerne von gleicher Gröfse, dafs sogenannte Nachhalten der Wärme in fest gebaueten Zim weniger erforderlich ist und zum Theil durch die erwär Wände selbst geschieht, in minder dichten aber wegen Erkaltung auch eine ununterbrochene Erneuerung der W erfordert wird, dafs dicke thönerne Oefen zu ihrer Erwär eine längere Zeit bedürfen, während welcher ein grofser der Hitze in die Schornsteine entweicht, und dafs endlich eisernen Oefen die dauerhaftesten sind, nach langem Gebra aber von ihrem Metallwerthe nicht sehr viel verloren haben kann ihnen im Ganzen der gröfsere Vorzug nicht abgespro werden.

16. Der thönernen Oefen giebt es sehr verschiedene ten. Die schlechtesten unter ihnen werden aus gebrannten nen aufgemauert und mit Lehm überstrichen, müssen daher und unförmlich seyn, wenn sie gehörige Haltbarkeit haben len. Man kann indefs über einen eisernen Heizkasten aus gewöhnlichen gebrannten Steinen einen Ofen von belie Form aufführen, mit Lehm oder Töpferthon überziehen, Wasserfarbe marmoriren oder auf sonstige Weise anstrei und auf diese Art mit wenigen Kosten einen verhältnifsm hinlänglich eleganten Ofen erhalten. Die gewöhnlichen nernen Oefen sind von Fayance und aus einzelnen Stücken, sogenannten Kacheln, zusammengesetzt, weswegen sie auc chelöfen genannt werden. Diese Kacheln können mehr minder kostbar seyn, und bis zu ächtem Porzellan gest werden, in welchem Falle sie sich indefs nur für die Prach mer der Paläste eignen. Die Kachelöfen insgesammt habe Dauerhaftigkeit wegen eine eiserne Bodenplatte, zuweilen eisernen Heizkasten und zuweilen dient die Fayance od

[...]llan nur zum Ueberzuge eiserner Oefen, in welchem Falle [...]zwar dauerhaft und gut, aber auch sehr kostbar sind. Die [...]züge der thönernen Oefen bestehen darin, daſs sie die oben [...]ähnte starke Strahlung der eisernen vermeiden; ihre Wärme-[...]ung verhält sich nämlich zu der des Eisens nach Despretz[1] [...] 11,4 zu 374,3 und auſserdem sind ihre Wände 6 bis im [...]sten Falle 30 mal so dick als bei den eisernen, woraus [...] mehr als genügend erklärlich wird. Hierzu kommt dann, [...] Menschen, Zeuge und Sachen, welche mit ihrer Oberfläche [...]rührung kommen, weniger leicht verbrannt werden, daſs [...] an ihnen die mannigfaltigsten geschmackvollen Formen und [...]ne Farben anbringen kann, und auſserdem pflegen sie sel-[...] den unangenehmen Geruch der eisernen Oefen zu verbrei-[...], wenn sie erst durch mehrmaliges starkes Heizen gehörig [...]etrocknet und die etwa in ihrer Masse enthaltenen organi-[...]n Stoffe zerstört sind. Endlich halten die thönernen Oe-[...] die Wärme ungleich länger an sich, als die eisernen, und [...] daher weit mehr geeignet, den steten Wärmeverlust der [...]mer ohne Unterbrechung wieder zu erneuern und somit eine [...]nehmere, mehr gleichmäſsige Temperatur zu erhalten. Die [...]sche hiervon liegt theils in der gröſseren Wärmecapacität des [...]ones, theils in der ungleich gröſseren Masse der aus demselben [...]fertigten Oefen. Die specifische Wärme des gebrannten Tho-[...] wird nämlich durch Kirwan = 195, des Eisens durch [...]mford = 127 gesetzt, und nach J. T. Mayer's Formel [...]chnet[2] ist ihr Verhältniſs = 209:158, so daſs man sie nahe [...] doppelt so groſs annehmen kann, und wird dann die Masse [...]es Kachelofens dreimal so groſs angenommen, so nimmt der-[...]be sechsmal so viele Wärme auf, als ein eiserner, welche er [...]m dem allmälig erkaltenden Zimmer wieder mittheilt. Man-

1 Ann. Ch. P. XXXVI. 422.

2 Boeckmann Vers. über Wärmeleitung u. s. w. S. 113. Wagen-[...] a. a. O. S. 15 giebt das Verhältniſs = 4:1 an. Da aber die [...]suche nicht angegeben sind, wodurch diese Bestimmung aufgefun-[...] ist, und sie von den älteren und dem Resultate der Rechnung [...] sehr abweicht, so kann ich ihr ohne nähere Prüfung nicht beitre-[...]. Auſserdem wird die spec. Wärmecapacität nach der Masse be-[...]mt, und da das spec. Gew. des Thons etwa = 2 des Eisens = [...]ist, so muſs für das Volumen beider noch das Verhältniſs 1:3,5 [...] Rechnung genommen werden.

che schlagen diesen Vorzug sehr hoch an, und es unterliegt nem Zweifel, dafs die längere Zeit hindurch verbreitete m re Erwärmung sehr angenehm ist. Dagegen aber läfst sich in Abrede stellen, dafs ein thönerner Ofen schon eine raume Zeit geheizt seyn mufs, ehe er anfängt das Zi zu erwärmen, und dafs durch die zwar seltener erforderl aber dann auch länger dauernde und stärkere Heizung eine fsere Menge von heifser Luft und Rauch in den Schorn entweicht; aufserdem aber ist das Eisen nach BOECKMA Versuchen[1] ein schlechterer Wärmeleiter als Thon, in so es die einmal erhaltene Wärme längere Zeit an sich hält, im Verhältnifs von 944 : 332, wodurch der Einflufs der s fischen Wärmecapacität wieder aufgehoben wird, insofe hierin schon begriffen ist, und ein thönerner Ofen müfste 6 mal so viele Masse haben als ein eiserner, wenn er do so lange Zeit die Wärme erhalten sollte.

Dieses Resultat steht indefs mit der Erfahrung im W spruche, und mufs dieses auch nothwendig, weil BOECKI bei seinen Versuchen auf die dem spec. Gewichte proport le gröfsere Masse des Eisens keine Rücksicht genommen Wird demnach das angegebene Verhältnifs hiermit multip so erhält man $\frac{944}{332} \times \frac{2}{7} = \frac{1888}{2324}$, und die Wärmeableitung Thons verhält sich zu der des Eisens = 1 : 1,229. Zug aber leitet der Thon die Wärme mit Eisen verglichen nach PRETZ im Verhältnifs von 11,4 : 374,3. Nehmen wir letztere Gröfsenbestimmung als genau an, so würde ein th ner Ofen von gleicher Masse mit einem eisernen, also bei cher Form von etwas mehr als 3,5, fast 4 mal dickeren Wä beide durch eine gleiche Quantität Brennmaterial erheizt, Anfange der Heizung an bis zur völligen oder bis zu einer gleichen Erkaltung $\frac{374,3}{1,229 \times 11,4} = 26,8 : 1$ Zeit bedürfen, der erstere würde nahe 27 mal so spät erkalten, als der let Eine genaue und völlig scharfe Prüfung dieses Resultates die Erfahrung ist unmöglich, denn unter Umständen könnt eiserner Ofen schon wieder erkaltet seyn, ehe der thönern die gröfste Hitze seiner Aufsenfläche annähme, im Ganzen stimmt dasselbe mit der Erfahrung nahe genug überein, u

1 A. a. O. S. 97 u. 100.

aus demselben also, dafs ein thönerner Ofen 27 mal so die Wärme halten, im Mittel aber nur $\frac{1}{27}$ so viel abgeben le, als ein eiserner, die übrigen Bedingungen bei beiden der gleich gesetzt. Auf allen Fall ergiebt sich hieraus mit Erfahrung übereinstimmend, dafs der erstere bei weitem re Zeit eine mildere und durch Strahlung ungleich weniger genehme Wärme verbreitet, als der letztere.

Ohngeachtet ich indefs die Vorzüge der thönernen Oefen swegs verkenne, so bin ich dennoch geneigt in Gemäfsheit esultate aus zwei Versuchsreihen, in denen das nämliche er zuerst mit einem eisernen und dann mit einem thöner- Ofen geheizt wurde, den ersteren im Ganzen den Vorzug äumen, unter der Voraussetzung, dafs sie gut construirt, zu stark von Metall sind und dafs die Feuerung sorgfältig wird[1]. Oefen mit einem eisernen Heizkasten und einem nen Aufsatze vereinigen so ziemlich die Vorzüge beider, nd daher sehr empfehlenswerth, jedoch reicht meine Er- g nicht hin, um über die entschiedenen Vorzüge der drei ten Arten ein festbegründetes Urtheil bestimmt auszu- n.

7. Die Form der Oefen ist sehr mannigfaltig, so dafs es em Orte sogar zweckwidrig seyn würde, sie in nur eini- de vollständig beschreiben zu wollen. Aufserdem hat besondere in den neuesten Zeiten angefangen vielfach künsteln, hauptsächlich in der Absicht, die glühende Luft heifsen Rauch im Ofen durch Verbreitung ihrer Wärme ufsen mehr abzukühlen, und die äufsere Luft mit der äu- Oberfläche der Oefen mehr in Berührung zu bringen, um erzeugte Wärme besser mitzutheilen und zugleich stär-

1 Weil dieses letztere nicht eben leicht zu erreichen ist, so Wagenmann a. a. O. S. 15. den thönernen den Vorzug, und ich t leugnen, dafs es schwer seyn dürfte, das Gegentheil über- l darzuthun. Die von ihm angenommenen Gröfsenbestimmun- d indefs, nach den so eben mitgetheilten, nicht genau richtig. ns stimme ich dem Urtheile Wagenmann's vollkommen bei, r S. 18. sagt: „Wo man eine schnelle Erwärmung für kurze bedarf, da sind eiserne Oefen zweckmäfsiger; sie werden bei guter Feuereinrichtung, sorgfältiger Heizung und nachhe- dichtem Verschlufs keinen gröfseren Wärmeverlust verursa- , als die Kachelöfen, niemals aber die gleichmäfsige Erwär- wie diese geben."

kere Strömungen derselben in den Zimmern zu veran
viel ist mit Sicherheit ausgemacht, dafs wegen de
Leitungsfähigkeit der Luft kein Ofen im Stande se
seine Wärme bis auf 8 oder 12 F. Entfernung fort:
wenn die Luft ohne alle Bewegung bliebe, und die I
eines Zimmers ist daher nur dadurch möglich, dafs di
umgebende erwärmte Luft statisch aufsteigt, und son
unten wieder herbeiströmenden kalten Luft den Zutrit
fläche des Ofens verschafft, um dort gleichfalls erwär
den, und dann aufzusteigen. Es leidet eben daher ke
fel, dafs diese anhaltende Luftströmung, welche für
meine Verbreitung der Wärme so nothwendig ist, d
der vorgeschlagenen Mittel befördert wird; von
Seite aber ist auch dahin zu sehen, dafs die durch
verbreitete Strahlung von der Oberfläche des Ofens a
Wärme, und die hieraus hervorgehende schnellere M
derselben, nicht verloren werde. Viele der vorgeschla
besserungen der Stubenöfen haben indefs die gehegt
tungen nicht befriedigt, u. z. deswegen, weil man
Allgemeinen annehmen darf, dafs allzukünstliche Vor
minder brauchbar sind, weil sie neben der Erreichu
nen Zwecks einem anderen gleich wichtigen entge
Mir scheinen daher bei der Einrichtung der Oefen nu
drei Stücke eine stete Berücksichtigung zu verdienen
erstens, dafs das Brennmaterial schnell und vollständig
zweitens, dafs die hierdurch erzeugte heifse Luft mi
Rauche (wegen vollständiger Zersetzung) ihre Wärm
theils durch die Wandungen des Ofens abgebe, um ni
in den Schornstein zu entweichen; und drittens, dafs
unteren Theile der Zimmer hinlänglich an der Erwärm
nehmen. Dieses Letztere wird dadurch erreicht,
den Feuerraum des Ofens nicht zu hoch stellt, inden
kältere, wegen ihres gröfseren Gewichtes herabsinke
schicht in eine Art von Stagnation versetzt werden k
möge welcher sie an den Strömungen der übrigen Lu
gar keinen oder nur einen geringen Antheil nimmt.
gen beiden wesentlichen Bedingungen werden durch
dene Constructionen der Oefen besser oder schlechte
so dafs man nicht füglich die eine oder die andere als a
lich geeignet und die übrigen sämmtlich als untauglic

gt aus demselben also, daſs ein thönerner Ofen 27 mal so ge die Wärme halten, im Mittel aber nur $\frac{1}{27}$ so viel abgeben de, als ein eiserner, die übrigen Bedingungen bei beiden nder gleich gesetzt. Auf allen Fall ergiebt sich hieraus mit r Erfahrung übereinstimmend, daſs der erstere bei weitem gere Zeit eine mildere und durch Strahlung ungleich weniger angenehme Wärme verbreitet, als der letztere.

Ohngeachtet ich indeſs die Vorzüge der thönernen Oefen eswegs verkenne, so bin ich dennoch geneigt in Gemäſsheit Resultate aus zwei Versuchsreihen, in denen das nämliche mer zuerst mit einem eisernen und dann mit einem thöner- Ofen geheizt wurde, den ersteren im Ganzen den Vorzug zuräumen, unter der Voraussetzung, daſs sie gut construirt, t zu stark von Metall sind und daſs die Feuerung sorgfältig t wird [1]. Oefen mit einem eisernen Heizkasten und einem ernen Aufsatze vereinigen so ziemlich die Vorzüge beider, sind daher sehr empfehlenswerth, jedoch reicht meine Er- ng nicht hin, um über die entschiedenen Vorzüge der drei nten Arten ein festbegründetes Urtheil bestimmt auszu- chen.

17. Die Form der Oefen ist sehr mannigfaltig, so daſs es diesem Orte sogar zweckwidrig seyn würde, sie in nur eini- Grade vollständig beschreiben zu wollen. Auſserdem hat insbesondere in den neuesten Zeiten angefangen vielfach zu künsteln, hauptsächlich in der Absicht, die glühende Luft den heiſsen Rauch im Ofen durch Verbreitung ihrer Wärme Auſsen mehr abzukühlen, und die äuſsere Luft mit der äu- n Oberfläche der Oefen mehr in Berührung zu bringen, um die erzeugte Wärme besser mitzutheilen und zugleich stär-

---

1 Weil dieses letztere nicht eben leicht zu erreichen ist, so t Wagenmann a. a. O. S. 15. den thönernen den Vorzug, und ich nicht leugnen, daſs es schwer seyn dürfte, das Gegentheil über- end darzuthun. Die von ihm angenommenen Gröſsenbestimmun- sind indeſs, nach den so eben mitgetheilten, nicht genau richtig. rigens stimme ich dem Urtheile Wagenmann's vollkommen bei, er S. 18. sagt: „Wo man eine schnelle Erwärmung für kurze iten bedarf, da sind eiserne Oefen zweckmäſsiger; sie werden ch bei guter Feuereinrichtung, sorgfältiger Heizung und nachhe- igem dichtem Verschluſs keinen gröſseren Wärmeverlust verursa- hen, als die Kachelöfen, niemals aber die gleichmäſsige Erwär- ung wie diese geben.“

Brennens an bis zur vollständigen Verzehrung der Koh
Minuten erfordert werden, und ein Zimmer von den in
angenommenen Dimensionen zur Erwärmung bei einem '
raturunterschiede von 25° C. für eine einmalige Heizun
Holz bedarf, so verzehren diese in jeder Minute 14,3
Luft. Nach der ebendaselbst aufgestellten Berechnung
aber in ein solches Zimmer eindringen: durch die Fenste
durch die Thüren 7,20, durch die Decke 7,45, also zu
18,45 Cub. F. Luft, und es ergiebt sich also, dafs unter
genommenen Bedingungen die Windöfen nicht nachtheil
würden. Wenn man aber berücksichtigt, dafs die Lu
Verbrennen des Holzes kaum zur Hälfte zersetzt wird,
diesemnach die Heizung mit Windöfen wegen der g
Menge der in die Zimmer dringenden Luft im Verhält
$\frac{2 \times 14,3}{18,45}$ oder nahe $\frac{28}{18}$, also etwa ein und ein halbes M
die Heizung durch Caminöfen kostspieliger, und nur in
nigen Falle würde dieser gröfsere Aufwand nicht stat
wenn die Zimmer weniger dicht verschlossen sind, als
Berechnung angenommen wurde, wie dieses sehr häufig
ist, und daher eine gröfsere Menge Luft eindringen lasse
der anderen Seite pflegen indefs die in den Zimmern ge
Windöfen sorgfältiger gewartet zu werden als die Can
man mifst bei ihnen die erforderliche Menge des Brenn
genauer ab und verschliefst sie regelmäfsiger, wenn dassel
zehrt ist, wodurch jener Nachtheil etwas wieder auf
wird. Für manche Person hat es aufserdem eine Annel
keit, die Heizung ihrer Zimmer nach Willkür selbst zu r
wozu noch der Vortheil der Windöfen kommt, dafs sie
tere und mit Dünsten verschiedener Art gemengte, die
bene, Luft wegführen. Wenn man aber berücksichtigt,
an sich unmöglich ist, den Zug der Windöfen so gena
guliren, dafs sie jederzeit nur die zur Consumtion des Br
terials erforderliche Menge Luft einsaugen, indem zw
Stärke des Zuges und die Menge der zur Verbrennung d
zes und der Kohlen erforderlichen Luft mit der Intens
Brennens und der dadurch erzeugten Hitze zunimmt,
keineswegs in ganz gleichem Verhältnisse, dafs noch au
verschiedene Nebenumstände, als die Richtung des
der Zug der Schornsteine, die Höhe des Ofenrohrs u. s

Stärke des Luftzuges in den Windöfen einen bedeutenden fluſs haben, und daſs derselbe in der Regel etwas stärker n wird, als gerade erforderlich ist, damit nicht bei nachthei- r Richtung des Windes Rauch ins Zimmer komme, so folgt t Gewiſsheit, daſs die Windöfen rücksichtlich des gröſseren, mehr als zum Doppelten steigenden Bedarfs an Brennmate- l nachstehen, so wenig auch ihre übrigen Vorzüge zu verken- n sind.

19. Unter den verschiedenen, mir bekannten, Constructio- der Oefen theile ich drei mit, welche die in Nr. 18. gefor- en Bedingungen am besten zu erfüllen geeignet sind, als löfen und auch als Caminöfen eingerichtet und in einigen ken nach dem jederzeitigen Bedürfnisse und dem Wunsche Eigenthümer abgeändert werden können. Der erste ist ein Fig. 62. er Säulenofen, und zunächst wird angenommen, daſs der- e aus Guſseisen verfertigt sey, jedoch kann er auch aus h gemacht werden, selbst aus Thon und, wenn man ver- , von rectangulärer Form. A ist der Heizraum, an wel- der Hals B zum Eintritt in den Camin sich befindet. Die e C, welche in einer Nuth auf dem Heizkasten steht, und er Regel als rund angenommen wird, während der horizon- Durchschnitt des Heizkastens rectangulär ist (jedoch auch ndet seyn kann, wenn man dieses vorzieht), kann cylin- ig seyn, obgleich es im Wesentlichen keinen Unter- d macht, wenn man ihr unten einen Wulst, oder durch ige Verzierungen, z. B. Guirlanden u. s. w. eine geschmack- e Form giebt, und auf gleiche Weise ist es für ihre eigent- Bestimmung gleichgültig, ob sie oben flach gelassen oder einer Urne oder einer sonstigen Figur geschmückt wird, wie überhaupt die verschiedenen möglichen Verzierungen die- fen nicht in den Bereich der vorliegenden Untersuchun- gehören. In der Ebene der Axe dieser Säule bis auf den sten herab geht in zwei seitwärts an der inneren Wand- derselben befindlichen Nuthen das Blech von Guſseisen herab (die sogenannte Zunge), und wird mit dem gemeinen der Ofensetzer unten und an den beiden Seiten eingekittet. dient dazu, um die glühende Luft zu zwingen, in der Rich- der Pfeile sich zu bewegen und mehr abgekühlt in den y des Rauchrohres zu treten. Letzteres kann entweder ge- us in den Camin zurückgeführt werden, wenn man mehr

auf Schönheit als auf Ersparung des Brennmaterials e
letzteren Falle aber kann dasselbe rechtwinklich umgebo
zu einer beliebigen Höhe hinaufgeführt, und dann dur
maliges rechtwinkliches Umbiegen in den Camin zurüc
werden. Ob Letzteres geschehen solle oder nicht, hän
zugleich von der Stärke des Luftzuges im Camine ab, in
kanntlich die Bewegung der Luft durch die rechtwinkli
gung ihres Canales leicht bis 0,2 von ihrer Geschwindigl
liert, und es könnte daher die letztere so sehr vermind
den, dafs dadurch eine vollständige Verzehrung des B
terials unmöglich würde. Der Ofen kann auf einen ge
Stein gestellt werden, am vortheilhaftesten für seine V
um die Wärme der unteren Platte nicht zu verlieren
Zutritt der kalten unteren Luftschicht zu demselben z
dern, auf 4 Füfse von 3 bis 6 Z. Höhe. Bei der Con
des Ofens ist ferner angenommen, dafs derselbe keir
habe, und ich gestehe, dafs ich nach einigen Erfahrun
ses für zweckmäfsiger halte, weil die stark erhitzte Lı
einen so schnellen Zug annimmt, dafs sie nicht vollstän
setzt werden kann, dadurch das Brennmaterial abkül
Brennen hindert und die Wirkung der Oefen schwä
heifser dagegen die verglühenden Kohlen werden, u
gröfser wird ihre Affinität zum Sauerstoffgase der atm
schen Luft, die stärker erhitzte Luft entweicht schnel
beide vereinte Ursachen bewirken der Erfahrung gemä
stärkeren Effect der Heizung. Verlangt man aber den
nen Rost, so kann die Bodenplatte des Ofens leicht m
solchen versehen werden und der Ofen unten noch einen
kasten mit freiem Luftzutritte von Aufsen erhalten.

Fig. 63. Der nämliche Ofen kann auch als Windofen constru
den; es ist dann abermals A der Heizkasten, BC die Si
die Zunge, die Richtung der Pfeile aber zeigt den Strom
fsen Luft an. In diesem Falle ist es nichts weniger al
theilhaft, dafs die Flamme an der nämlichen Seite aufst
welcher geheizt wird, vielmehr mufs das Holz hier du
frischen Luftzug bald in Brand versetzt werden, die
entstehende Flamme den in die Oeffnung aufsteigende
ergreifen, und entzünden, so dafs also der Ofen ohn
liche Construction nach der Art des durch Thilorier
benen ein rauchverzehrender wird. Uebrigens gilt vo

truirten Windofen alles dasjenige, was so eben rücksicht-
r Verzierungen, der Anwendung von Füßen oder einer
n Sockel d d gesagt ist, wobei vielfache, das Wesen der
nicht unmittelbar treffende Veränderungen möglich sind.
lie Dimensionen beider Arten von Oefen können gleich
and richten sich theils nach der Größe der zu erwärmen-
ume, theils nach der Stärke des Wärmeverlustes dersel-
Hat der Heizkasten 2 Fuſs Höhe bei 18 Z. Seite, die
15 Z. Durchmesser und 3 F. Höhe, so wird der Ofen
ſste Zimmer, wenn es nur kein Tanz- oder Concert-Saal
izen können, vorausgesetzt, daſs die Wände und Fenster
llzu dünn und luftig sind, und die Kälte nicht wochenlang
5° C. hinabgeht. Von diesem Maximum kann man bis 18 Z.
ind 12 Z. Seite des Heizkastens und 18 Z. Höhe bei 10 Z.
nesser der Säule herabsteigen, um für kleine Zimmer den-
ie genügende Erwärmung zu erhalten.

h Ein zweiter zunächst guſseiserner, und als Windofen Fig. 64.
chteter, ist nach dem Principe der sogenannten Herrnhu-
efen construirt, und kann auch aus Thon gemacht werden,
nn die letzteren eigentlich nur einen eisernen Heizkasten
oder auch diesen mit Kacheln umgeben. Den Zug der
n Luft bis in den oberen Kasten C zeigt die Richtung
ile. An der hinteren Seite des letzteren ist eine Oeff-
ür das Rauchrohr angebracht, welches gleichfalls unmit-
in den Camin zurückgeführt werden, oder zuvor durch
inkliche Umbiegung eine Erhöhung erhalten kann, um
ch übrige Hitze des nicht völlig durch die Wandungen
ens abgekühlten Rauches zu benutzen; worüber das Näm-
ilt, was so eben unter Nr. 19. bemerkt ist. Die offenen
B,B dienen dazu, eine bedeutende Wärmeausstrahlung
gen Platten zu geben, unter und über welchen der heiſse
hinstreicht. Auſserwesentlich ist die Platte d, welche
tsetzung der Bodenplatte unter der Thüre fortläuft, vorn
det ist, und das Herausfallen der Kohlen aus der Oeff-
es Ofens hindert, wodurch das Legen eines Bleches vor
en zur Sicherung des Fuſsbodens überflüssig wird. Die Fig. 65.
nsicht des Ofens zeigt die Heizthüre und bei a a zwei
Oeffnungen, welche zu den verschlossenen Räumen E
führen, und dazu dienen, den hierin angesammelten Ruſs
, mechanisch fortgerissene, hier niedergefallene, Asche

herauszunehmen, obgleich die Menge der letzteren nach der struction des Ofens nicht groſs seyn kann. Daſs sie gew lich durch eingeklemmte Bleche verschlossen sind, versteh von selbst.

Soll der Ofen zur Caminheizung eingerichtet werder fällt die Zunge d weg, und wird dann ein geeigneter Hal gegossen oder von starkem Eisenbleche eingesetzt. Oft ve tet die Lage der Camine nicht, dem so eingerichteten Ofen jenige Richtung gegen das Zimmer zu geben, welche für selbe erforderlich ist. In diesem Falle könnte der Hals a breiten Seite des Ofens angebracht, und der Ofen so gestellt den, daſs seine entgegengesetzte breite Seite gegen das Zi gerichtet wäre, wodurch indeſs die Heizung unbequemer un Construction des Ofens nicht angemessen wird. Die Dime nen des Ofens sind in der Zeichnung angegeben, und gelte den Fall, wenn derselbe für ein groſses Zimmer bestimm indem letzteres schon von ungewöhnlicher Gröſse seyn, nä mindestens 3 Fenster an der längeren Seite haben müſste, ein solcher eiserner Ofen bei anhaltender und starker He nicht ausreichen sollte. Inzwischen können die ange nen Dimensionen noch bis so weit vergröſsert werden, da Höhe des Heizkastens 18 Z. Par. beträgt, die Breite 36 Z die Tiefe 18 Z., in welchem Verhältniſs dann die übrige mensionen gleichfalls theils vergröſsert, theils die angegel beibehalten werden müſsten. Uebrigens gebe ich nach n Ansicht der Sache diesen Oefen rücksichtlich ihrer Heiz kraft, nicht aber hiusichtlich ihrer Schönheit den Vorzu allen andern, weil sie die nothwendigen Bedingungen eine ten Heizung am besten erfüllen, nämlich eine vollständige zehrung des Brennmaterials, einen hinlänglichen, jedoch die wiederholten Biegungen nicht übermäſsigen Luftzug, möglichst groſse Oberfläche zur Ausstrahlung der Wärme einen hinlänglich langen Weg für die Flamme und heiſse im Innern geben, um vor dem Entweichen in den Camin rig abgekühlt zu seyn.

21. Es sind oben Nr. 16. die Vorzüge der eisernen der thönernen Oefen zusammsngestellt, und weil beide deren eigenthümliche haben, so ist bei den eben beschrie Constructionen der Oefen darauf Rücksicht genommen, d aus beiden Substanzen verfertigt werden können, obgleic

en am besten für sie geeignet ist. Auf gleiche Weise ist t, dafs verschiedene Oefen in Vorschlag gebracht und ı ausgeführt sind, welche aus beiden Substanzen zugleich n, um die Vorzüge beider zu vereinigen, namentlich die ere Erwärmung durch das Eisen und die längere Dauer en durch den Thon, und dieses wird wirklich erreicht, nan bei der so eben beschriebenen den Heizkasten von den Aufsatz aber von diesem verfertigen läfst, denn die ihrte Anordnung ist deswegen verwerflich, weil ein thö- Heizkasten durch unvorsichtiges Hineinwerfen des Hol- leicht zerstört wird. Ohne dem Fehler eines zu com- a Baues zu unterliegen, scheinen mir die *Feilner'schen* eine sehr grofse Menge von Vorzügen zu vereinigen, gen ich ihre Beschreibung als einer dritten sehr zweckmä- Fig. gerichteten Art hier folgen lasse[1]. Die beiden Zeichnun- 66. u. llen zwei verticale Durchschnitte desselben vor, und wer- 67. m Verstehen seiner Einrichtung genügen. Der eiserne sten e ruhet auf einer Unterlage von gebrannten Steinen s der gröfste Theil der Bodenplatte, die beiden Seiten- und die vordere Platte unbedeckt, jedoch von einem ıen, den unteren Theil des Ofens bildenden Mantel umge- d. In den hierdurch gebildeten Zwischenraum dringt die ıft der unteren Schichten im Zimmer durch zwei an beiden unten angebrachte 3 Z. hohe und 8 Z. breite Oeffnungen, tweicht erwärmt durch eine 21 Z. über den Boden des rs erhabene messingne durchbrochene Verzierung. Aus sernen Heizkasten ist die eiserne Röhre g von 6 Z. Durch- und 4 bis 6 Z. Höhe hinaufgeführt, um die Flamme, den Rauch und die erhitzte Luft zur allmäligen Abkühlung verschiedenen Abtheilungen des zur Circulirung einge- n thönernen Obertheiles zu leiten. Die in diesen engen r spielende Flamme soll den durchgehenden Rauch ent- , und somit eine vollständige Verbrennung des Heizma- bewirken. Auf die obere Platte des Heizkastens ff wer- uerziegel gelegt, um eine blechene Tafel zu tragen, wel- einer kreisrunden, ausgeschnittenen Oeffnung den ei- Cylinder umfafst, und zugleich ringsum 1 Zoll von den

[1] Weber in Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Ge- ses in Preufsen. Jahrg. 1823.

inneren Wandungen des thönernen Ofens absteht. Durch
Vorrichtung wird das Eisen mit den erdenen Theilen des
in Verbindung gebracht, ohne dafs die ungleiche Ausdel
beider Körper durch Wärme eine Zersprengung oder Zerrei
bewirkt. Zu diesem Ende wird auf das Blech eine mit de
neren Wandungen des thönernen Ofens dicht verbundene
dem äufseren Kranze des Cylinders aber 1 Z. abstehende l
von flachen gebrannten Ziegeln gelegt, und die hierdurc
den Cylinder entstehende Vertiefung mit trockenem Sand
gefüllt, damit die Ausdehnung des letzteren nicht nacht
werde. Die aus Mauerziegeln verfertigte Scheidewand i,
che indefs von der einen breiteren Ofenwand bis in die
fortgeführt wird, die andere Hälfte aber frei läfst, träg
gleichfalls aus Mauersteinen verfertigte, und daher der H
keit der aus dem Cylinder aufsteigenden Flamme widerste
Decke k, welche gleichfalls nicht völlig den vierten Theil
durch den Ofen gelegten horizontalen Ebene unbedeckt
damit durch die so gebildete Oeffnung der heifse Rauch
übrigen Abtheilungen des Ofens aufsteigen, ihnen seine W
mittheilen und endlich aus dem mit einer Klappe verschli
ren Rohre p in den Camin entweichen kann. Das Verh
der Weite solcher 7 Z. Seite habenden Oeffnungen zu der
des ganzen Ofens ist nach der Zeichnung sowohl aus
selbst, als auch aus der verticalen Linie ersichtlich, welc
Räume n, n... und l, l,.. trennt, und es verdient dahe
noch bemerkt zu werden, dafs die horizontalen Decken de
genden Abtheilungen aus doppelten, vermittelst Lehm ve
denen, die verticalen Scheidewände aber aus solchen einf
flachen Ziegeln verfertigt werden. Solche Oefen haben
aus dieser Beschreibung erhellet, ungemein viele Masse,
ten daher, einmal erhitzt, die Wärme lange Zeit, und bec
nur einmal, oder bei strenger Kälte zweimal des Tags g
zu werden; dagegen dauert es aber nach absichtlich ange
ten Versuchen zwei Stunden, bis sie das Zimmer auf da
ximum der Temperatur bringen.

22. Bei Weitem die schwierigste von den in Nr. 1
forderten Untersuchungen betrifft die Gröfse der Oefen
schon daraus von selbst hervorgeht, dafs in der Regel bei
Frage nicht in Voraus bestimmt ist, wie oft, mit welche
mit wie viel Brennmaterial geheizt werden soll, desgl

welches Material und welche Form man für die Oefen wählt. Die Erfahrung, wie zahlreiche Beispiele sie auch aufstellen könnte, giebt fast gar keine genaue Auskunft, denn die Oefen werden meistens nach blofsem Gutdünken von den Empirikern gewählt, und wenn ein solcher dann mehr oder weniger als das Verlangte leistet, so liegt die Ursache hiervon in vielen Fällen nicht sowohl an der Gröfse des Ofens, als vielmehr an anderen unbeachteten Bedingungen. Obgleich also völlig scharfe Bestimmungen hierüber nicht erwartet werden können, so hoffe ich doch durch die nachfolgenden Betrachtungen mindestens einen Weg aufzufinden, um genäherte zu erhalten.

Bei der Heizung eines Zimmers macht es einen grofsen Unterschied, ob die Luft in demselben und seine Wände, Fenster und Thüren vollständig erkaltet sind, oder ob sie noch einen Theil der früheren Erwärmung beibehalten haben, so dafs daher nur der zwischen den abwechselnden Heizungen erlittene und der fortdauernd durch Ableitung stattfindende Verlust ersetzt werden müssen. Für gewöhnliche Wohnzimmer findet in der Regel das Letztere statt, indefs wird es gut seyn, auch das Erstere zu berücksichtigen. Nehmen wir also als Norm ein Zimmer von der in Nr. 11. beschriebenen Gröfse, und setzen in genähertem Werthe fest, dafs die Wände nur bis etwa zur Hälfte ihrer Dicke, wenn sie massiv sind, die zur Einschliefsung der Zimmerwärme erforderliche Temperatur annehmen müssen, wodurch die Berechnung dann auch für die Wände der nicht massiven Zimmer pafst, berücksichtigen wir ferner, dafs ein solches Zimmer in 24 Stunden niemals vollständig erkaltet gefunden wird, mithin auch die Wärme während dieser Zeit die Wandungen nicht gänzlich zu durchdringen vermag, dafs es aber endlich etwa einer Stunde Zeit bedarf, um ein solches Zimmer gehörig zu erwärmen, eine Temperaturdifferenz von 5° C. angenommen, so erhalten wir folgende Gröfsen. Das angenommene Zimmer hat 1433 Quad. F. Wandfläche, Decken und Fufsboden mit eingeschlossen, welche zu 1 F. Dicke angenommen eben so viele Cub. F. betragen, und da Fufsböden und Decken selten diese Dicke haben, so können die Thüren und Fenster füglich vernachlässigt werden. Es wird ferner von der Wahrheit nicht sehr abweichen, wenn wir das spec. Gewicht dieser Substanzen gegen Wasser = 2 annehmen, und die specifische Wärmecapacität, obgleich etwas geringer, derjenigen

der Luft gleich setzen. Diesemnach geben die in 24 Stu oder in einer Stunde um $\frac{1}{24}$ zu erwärmenden festen Masse 1 Minute ein Aequivalent von $\frac{1433 \times 2}{0{,}001299 \times 60 \times 24} = 15$ Cub. F. Luft. Hierzu kommt der Inhalt des Zimmers mit 4 Cub. F., welches auf 1 Min. $\frac{4032}{60} = 67{,}2$ Cub. F. giebt, endlich die in Nr. 10. beerechnete Abkühlung von 34,89 F., also zusammen 1634,3 Cub. F. Luft, welche um 25° C. wärmt werden müſsten. Nach sehr genauen Bestimmun geben 5 Quad. F. Metallfläche in 1 Sec. 0,5 Cub. F. Dampf, für man aber, um vollkommen sicher zu seyn, 10 Quad. F. welches dann in 1 Minute 30 Cub. F. Dampf giebt. Indem die Dichtigkeit des Dampfes gegen Luft bei gleicher Elasti 5 : 8, die specif. Wärmecapacität beider gegen Wasser 0, und 0,2669 ist, die latente Wärme des Dampfes aber 64 beträgt, so vermag ein Quadrat Fuſs geheizte Metallfl $\frac{30 \times 640 \times 5 \times 0{,}8470}{10 \times 25 \times 8 \times 0{,}2669} = 152{,}3$ Cub. F. Luft um 25° C. zu wärmen, wonach also ein für das angegebene Zimmer genüge eiserner Ofen $\frac{1634{,}3}{152{,}3} = 10{,}7$ Quad. F. Oberfläche haben mi Obgleich aber die Heizkraft der metallischen Oberflächen s auf die Hälfte herabgesetzt zu diesem Resultate geführt hat, die eisernen Dampfkessel von den eisernen Oefen nicht be tend abweichen, so muſs doch berücksichtigt werden, daſ Feuer im Ofen die gesammte Fläche nicht auf gleiche Art spielt, als dieses meistens bei den Dampfkesseln der Damp schinen der Fall zu seyn pflegt, und wir werden daher bei culiröfen zu gröſserer Sicherheit gegen etwaige heftige Kälte eine sonst mögliche, leicht unangenehme zu starke Heizun doppelte Gröſse als die eben gefundene für ein Zimmer vo angegebenen Dimensionen anzunehmen haben, welches mit der gemeinen Erfahrung auch nahe genug übereinsti Uebrigens versteht sich von selbst, daſs man die Oberfläch Oefen um so mehr vergröſsern müsse, je mehr man die Ci tion des Rauches vervielfältigt, wie es dann auch an sich ist, daſs man sich häufig genöthigt findet, ein ganz erka

1 S. *Dampfmaschine* Th. II. S. 464.

2 bis 3 Stunden vorher anhaltend zu heizen, wenn es gliche Temperatur annehmen soll, und außerdem kann ng der eisernen Oefen namentlich durch lebhaften Luft- s und vieles Brennmaterial bei Nichtbeachtung des grö- stenaufwandes noch weiter getrieben werden, als die mpfkessels, welches mit manchen Unbequemlichkeiten n ist, aber auch die Möglichkeit gewährt, mit kleine- n größere Zimmer zu heizen. Daß dieses aber vermit- eisernen Oefen sich allerdings erreichen lasse, davon mich durch die Erfahrung vollständig überzeugt, und n mit Sicherheit annehmen zu dürfen, daß ein solcher en oder Säulenofen von 10 bis 12 Quad. F. Oberfläche r von der angenommenen Dimension genügend zu hei- g.

für irgend ein anderes Zimmer die Größe des erforder- ens bestimmt werden, so wäre es einfach, die Berech- die angegebene Weise auch hierfür anzustellen, indeß n durch folgende Betrachtung auf kürzerem Wege zu näherten Resultate gelangen. Die Größe des Ofens ptsächlich durch die Ausdehnung der Wände, der des Fußbodens bestimmt, wobei zugleich auch der lt der eingeschlossenen Luftmasse mit in dieser Bestim- alten ist. Betrachten wir dann die Zimmer als ähn- er (was zwar aus leicht begreiflichen Gründen nicht g ist, in einigen Fällen aber zufällig genau zutreffen, weckte genäherte Bestimmung aber unbedenklich zu- werden kann), so verhalten sich bei diesen die Umfänge uadrate, die Inhalte wie die Cubi gleich liegender Werden demnach diese Größen durch U, u; I, i und chnet, so erhält man

$$= S^2 : s^2, \text{ woraus } U = \frac{uS^2}{s^2};$$

$$= S^3 : s^3, \text{ woraus } I = \frac{iS^3}{s^3};$$

aber $U = u\left(\frac{I}{i}\right)^{\frac{2}{3}}$.

n also den Umfang des gegebenen Zimmers und die rechnete Größe des Ofens als Einheit an, so darf nur nderes Zimmer vom Inhalte = I der Werth von U aus $= \frac{2}{3} \times (\log. I - \log. i)$ gesucht werden, um mit der

gefundenen Normalgröfse von 10,7 Q. F. multiplicirt
derliche Oberfläche des für ein solches Zimmer genüg
sernen Ofens zu finden. Wäre z. B. der Inhalt eines
saales = 97000 Cub. F., so ist

$$\log. 97000 = 4{,}9867717$$
$$\log. 4032 = 3{,}6055205$$
$$\log. I - \log. i = 1{,}3812512$$
$$\times 2 = 2{,}7625024$$
$$: 3 = 0{,}9208341 \text{ giebt } 8{,}3 = U$$

also wäre 8,3 × 10,7 = 88,81 Quad. F. Oberfläche
mum, welches ein Ofen halten müfste, um ein solche
zu erwärmen, und wenn man Circuliröfen wählte,
diese Gröfse noch vermehrt werden, woraus folgt, da
räumige Säle für die gewöhnliche Ofenheizung sich
nen, weil sie durch übermäfsig grofse Oefen nothwe
stellt werden müfsten.

23. Auf einem andern Wege kann man gleichfalls
wortung der vorliegenden Frage, jedoch mit geringere
heit und Bestimmtheit, gelangen, wenn man nämlich
tität des Brennmaterials berechnet, welche zur Erzeu
erforderlichen Hitze verbrannt werden mufs, und hie
Gröfse des Ofens bestimmt, worin die Verbrennung
soll. Es ist oben Nr. 1 gefunden, dafs 1 Pf. gutes trocl
80000 Cub. F. Luft um 1° C. zu erwärmen vermag. D
zeugte Wärme kann aber auf keine Weise vollständig
werden, sondern geht zum Theil durch den Schornste
ren. Nach Versuchen mit DANIELL's Pyrometer[1] ist
eines gemeinen Steinkohlenfeuers = 493° R. und so
ohne merklichen Fehler die des Holzes = 400° R. ode
annehmen. Wird dann ferner angenommen, dafs der l
seinem Entweichen in den Schornstein noch 100° C. W
sitze, so geht hierdurch $\frac{1}{5}$ der erzeugten Hitze verlo
bleiben somit nur 64000 Cub. F. Luft, welche um 1° C
werden, oder $\frac{64000}{25} = 2560$ Cub. F. Luft, welche
Pf. Holz um 25° C. der Temperatur zunehmen. Dabe
schwer zu bestimmen, wie lange Zeit das Holz zur

1 Journ. of Sciences Nr. XXII. 809. Daraus in
XVIII. 239.

gebrauche, und hierin eben liegt die Unsicherheit der ge-
n Bestimmung. Entschieden ist dabei, daſs die Consum-
des Holzes so viel schneller erfolgen wird, je höher die
e des Ofens durch stetes Nachlegen wird, indem die gebil-
n Kohlen eine baldige Entzündung und Verzehrung des zu-
ten Holzes bewirken. Um daher zu genäherten Werthen
ngen, wollen wir annehmen, daſs das Holz dann, wenn
chnelle Erhitzung des ganz erkalteten Zimmers, wie im
enden Falle, verlangt wird, 30 Minuten zu seiner Con-
n bedarf, wonach also in jeder Minute $\frac{2560}{30} = 85{,}34$ C.
t durch 1 Pf. Holz um 25° seiner Temperatur erhöhet wer-
ürden, und da nach Nr. 22 in derselben Zeit 1634,3 Cub.
iefert werden sollen, so müſste der Heizkasten des Ofens
3
= 19,15 Pf. Holz aufzunehmen im Stande seyn. Rech-
ir dann ferner das Gewicht von einem Cubikfuſs Holz,
de Zahlen zu erhalten, zu 38,3 Pf., und nehmen wir fer-
, daſs das gespaltene und im Ofen geschichtete Holz den
hen Raum seines Volumens einnehme, so erfordert der
sten für die Aufnahme von 19,15 Pf. Holz einen Cubik-
on 2 Cub. F., und wenn dann endlich bei demselben die
Länge für die einfache Höhe angenommen wird, so
erselbe im Innern 2 F. Länge bei 1 F. Höhe und Tiefe
Dieses Resultat paſst zunächst auf die in Nr. 20 ange-
Construction des Ofens, und beweiset, daſs ein solcher
n dort angegebenen Dimensionen für ein Zimmer von der
mmenen Gröſse mehr als hinlänglich sey, was mit der
ng völlig im Einklange ist. Soll die Berechnung auch
in Nr. 19 angegebene Construction unter Voraussetzung
ubischen Heizkastens passen, so müſste seine Seite im
$= \sqrt[3]{2} = 1{,}26$ F. oder 15,12 Z. betragen. Dabei ist
endlich noch das freie Spiel der Flamme zu berück-
gen.

4. Die so eben mitgetheilten Gröſsenbestimmungen be-
n sich zunächst auf eiserne Oefen; inzwischen kann die
re in sofern auch füglich auf Kachelöfen angewandt wer-
als sie die Gröſse des Heizkastens angiebt, und es keinen
en Unterschied macht, ob die in demselben durch das Ver-

brennen des Holzes erzeugte Wärme in kürzerer Zeit durch Wandungen des eisernen Ofens oder in längerer durch die thönernen dem Zimmer mitgetheilt wird. Bei den thön Oefen bezweckt man indeſs hauptsächlich die Erzeugung anhaltenden, nicht strahlenden, mehr gleichmäſsigen Wä und ihre für ein gegebenes Zimmer erforderliche Gröſse daher nach einem ganz andern Principe, als dem bisher wandten, bestimmt werden. WAGENMANN[1], welcher auf Fall das Vertrauen eines sehr richtigen praktischen Blicke sich hat, nimmt an, daſs 56 Quad. F. Oberfläche eines nen Ofens hinreichen, um in jeder Minute 96 Cub. F. Lu 20° C. zu erwärmen, mithin 67 Q. F. um die nämliche M um 25° C. zu erhitzen, wonach für ein Zimmer von der angenommenen Normalgröſse in genähertem Werthe die O fläche des Ofens nicht geringer als $\frac{67 \times 35}{96} = 24,5$ Qua seyn dürfte, weil bei der bestimmten Abkühlung von 34,89 F. in jeder Minute auf den Wärmeverlust durch geöffnete T ren und Fenster keine Rücksicht genommen ist, und die Di renz der äuſsern und inneren Temperatur die angenomm Normalgröſse von 25° C. häufig übersteigt. WAGENMANN folgt noch ein anderes Princip zur Berechnung der erford chen Gröſse eines thönernen Ofens, welcher für ein gegeb Zimmer eine genügende aber zugleich nicht unangenehm s lende Wärme liefern soll, und es scheint mir wichtig g die Sache auch nach diesem zu untersuchen, wenn ich glei den Gröſsenbestimmungen der Elemente etwas abweichen Es läſst sich, wie schon oben bemerkt ist, nicht anneh daſs ein Zimmer während der Zeit, in welcher der Ofen geheizt wird, namentlich während der Nacht, ganz erkalte, dann in einer bestimmten Zeitfrist durch die Heizung des O bis zu derjenigen Temperatur erwärmt werden müsse, bei cher der fortdauernde Wärmeverlust anfängt, und anhal durch den Ofen ersetzt werden muſs; dagegen aber wird eine etwas zu groſse, eben daher aber auch für etwas nachth ligere Bedingungen genügende Bestimmung erhalten, wenn verlangt, daſs ein Ofen nicht bloſs den oben berechneten anh tenden Wärmeverlust der Zimmer durch Fenster, Thüren u

1 A. a. O. S. 16.

jederzeit ersetze, sondern auch denjenigen nachzuholen
e, welcher während der unterbrochenen Heizung statt
›n hat. Wenn man diesemnach annimmt, dafs ein thö-
Ofen zweimal binnen 24 Stunden geheizt werde, und
elbst nach WAGENMANN von 100° C. bis 50° C. herab-
also im Mittel eine Temperatur von 75° C. habe, wäh-
e äufsere Luft auf 25° C. als den Unterschied der im Zim-
d aufserhalb desselben stattfindenden Temperatur zu er-
ı ist, so läfst sich festsetzen, dafs der Ofen die für 24
n erforderliche Wärme auf zweimalige Heizung ver-
n seiner Masse enthalte. Es beträgt aber der Wärmever-
ınen 24 Stunden nach Nr. 10 an Luft 50241,6 Cub. F.
lann ferner die specif. Wärmecapacität des Thones und
ft als gleich, oder gröfserer Sicherheit wegen = 0,2090:
nach Nr. 16 angenommen, das spec. Gewicht derselben
Wasser = 2 und = 0,001299 gesetzt, so beträgt die für
ılige Heizung binnen 24 Stunden erforderliche Thonmasse

$$\frac{5\times 25\times 0,2669\times 0,001299}{2\times 75\times 2\times 0,2090} = 6,9454$$ Cub. F. oder in

Zahl 7 Par. Cub. F., welche zu 140 Pf. angenommen
Pf. wiegen. Ein Ofen von dieser Gröfse würde also für
nmer von den angegebenen Dimensionen, nämlich 18 F.
, 16 F. Tiefe und 14 F. Höhe genügen, und es läfst sich
hin annehmen, dafs für eine nicht aufserordentlich bedeu-
Differenz der Temperaturen ein solcher bei verhältnifs-
stärkerer Heizung gleichfalls genügen werde. Hier ist
h das Maximum der Wärme, welches der Ofen erreicht,
° C. angenommen; nach TREDGOLD [1] aber wirkt die Ober-
eines geheizten eisernen oder thönernen Ofens erst dann
nehm auf die Luft, wenn ihre Hitze über 150° C. hin-
, so dafs hiernach also ein Ofen ohne Nachtheil die
mehr zu leisten vermöchte, als angenommen ist. Ver-
an aber die Gröfse eines Ofens für ein anderes Zimmer
fserem oder geringerem Umfange, so müfste eigentlich
echnung ganz auf gleiche Weise angestellt werden, in-
ın man vermittelst der in Nr. 22 gegebenen Formel min-
zu einem genäherten Resultate gelangen.

Die letzte bei der Ofenheizung in Betrachtung kom-

---

1 dinb. Phil. Journ. XXIV. 263.

mende Untersuchung betrifft die erforderliche Menge des materials. Sie ist in sofern schwer zu beantworten, al bloss die Quantität desselben, sondern auch seine Güte t Vollständigkeit seines Verbrennens in Betrachtung komm zwischen wird man auf folgende Weise zu einer mindest näherten Bestimmung gelangen. In Nr. 23 ist gezeigt, Pf. gesundes, gut lufttrocknes Holz in einem zweckmässi struirten Ofen verbrannt 2560 Cub. F. Luft um 25° C. zu hen vermöge. Indem aber nach der so eben aufgestell rechnung binnen 24 Stunden 50241,6 Cub. F. Luft um e viele Wärme abgekühlt werden, so würden $\frac{50241,6}{2560}$ od 20 Pf. Holz täglich erfordert werden, um ein gut geschl Zimmer, den Verlust durch geöffnete Thüren und Fenste mitgerechnet, bei der erforderlichen Temperatur zu er wenn dasselbe täglich geheizt würde, insofern die Abk während der Nacht durch eine stärkere Heizung am Tag der compensirt werden muss. Berücksichtigt man aber, d einem gewöhnlichen Wohnzimmer in der Regel wenigst eine der Thüren häufig geöffnet wird, und dadurch einen tenden Wärmeverlust hervorbringt, so wird man sich v Wahrheit nicht sehr entfernen, wenn man hierfür noc mehr, also im Ganzen 25 Pf. rechnet[1]. Wird ein Zimm einem Windofen geheizt, hat es ausserdem Bleifenster, und schlecht schliessende Thüren und noch obendrein ein ne Decke, so wird diese Menge um einen verhältnissm Theil vermehrt werden müssen, welcher im höchsten Fa zu einer gleichen Grösse steigen kann, so dass unter die dingungen wohl 50 Pf. täglich erfordert werden können, es indess dennoch erforderlich ist, dass der Ofen dur Klappe verschlossen werde, weil sonst die Grösse der lung wegen der unbestimmbaren Stärke des Luftzuges, mit auch die Menge des erforderlichen Brennmaterials ga genau bestimmt werden kann. Ist ein Zimmer gänzlich

1 Nach Wagenmann a. a. O. S. 10 bedarf ein Zimmer rheinl. Cub. F. Inhalt 28 Pf. Brennholz in 24 Stunden. Ber tigt man die höhere Kälte im nördlichen Deutschland, so diese Menge mit der für das mittlere und südliche im Text nommenen sehr genau überein.

nd soll es erst auf die mittlere Temperatur erwärmt wer- sind nach Nr. 23 hierzu 19,15 Pf. Holz erforderlich, ber derjenige Theil abzuziehen ist, welcher diese Quan- rend des Verbrennens zum Ersatze des ununterbroche- meverlustes beiträgt. Soll diese letztere Gröfse nicht t werden, so folgt aus den in Nr. 22 und 23 mitge- Bestimmungen, dafs zum Erwärmen des Zimmers von nommenen Dimensionen $\frac{1532,2}{85,34} = 17,6$ Pf. Holz er- h sind, und diesemnach bedarf man zur Erheizung eines kalteten Zimmers am ersten Tage etwa $\frac{3}{4}$ der erforderli- lzmenge mehr, als an den übrigen Tagen, mithin im 42 Pf., welches Resultat von den durch Erfahrung un- r erhaltenen gewifs nicht merklich abweicht. Sollen aus der hier gefundenen Bestimmung diejenigen gesucht , welche man bei bedeutend stärkerer Kälte und für grö- mmer verlangt, so giebt rücksichtlich des Ersteren die fgestellte Formel für ein stets geheiztes Zimmer bei ei- peraturunterschiede $= \Delta t$ die Menge des Holzes =

$\times$ 25 Pf. und für ein ganz erkaltetes (minder richtig) =

$\times$ 42 Pf.; rücksichtlich des Letzteren aber die in Nr.

tellte für beide Fälle $\left(\frac{I}{i}\right)^{\frac{2}{3}} \times 25$ und $\left(\frac{I}{i}\right)^{\frac{2}{3}} \times 42$ mlich genäherten Werthen. Hiernach würden also für er von 97000 Cub. F. Inhalt nahe 200 oder 336 Pf. rderlich seyn. Ist das spec. Gewicht des Holzes = 0,6 absolute Gewicht eines Par. Cub. Fufs Wasser = 70 Pf. t jene erstere Quantität 4,76 die letztere 8 Cub. F. Holz, Bestimmungen man nach ohngefährer Schätzung der g völlig angemessen finden wird.

Die so eben ausführlich beschriebene Ofenheizung hat in was wider sich, als einige Strahlung der Wärme vom nebst einer hiermit unausbleiblich verbundenen Un- it in der Erwärmung der Zimmer auf keine Weise ganz en werden kann. Ein zunächst vorliegendes Mittel n sind die Ofenschirme, welche die horizontalen Wär- en auffangen, dagegen aber ein Aufsteigen der erwärm- um den Ofen und mittelbar eine stärkere Strömung in

den verschiedenen Luftschichten der Zimmer bewirken.]
man sich dann ferner den Ofen etwas tiefer, selbst bis unt
Fufsboden hinabgesenkt und statt eines Schirmes mit einem
tel so umgeben, dafs die erwärmte Luft sämtlich in die
steigen mufs, so hat man das Element der Luftheizung.
Ofenheizung hat aufserdem den Nachtheil, dafs bei stärl
Feuer als zur Erhaltung einer gerade genügenden Erwär
erfordert wird, der Ofen nicht sogleich abgekühlt werden]
und man daher einen kalten Luftstrom in das Zimmer]
mufs, um der Ueberheizung zu begegnen, welchem vermi
der Luftheizung abgeholfen wird, wenn man die Eintrit
nung der warmen Luft so einrichtet, dafs sie sich augenb
lich verschliefsen läfst. In dieser allgemeinen Darstellung
gen nicht blofs die Elemente einer neuerdings so viel be
chenen Heizungs-Methode, sondern es folgen auch aus d
ben die Bedingungen ihres Gelingens nebst der Ueberzeu
dafs die dazu geeigneten Arten der Vorrichtung weder sch
rig seyn, noch auch auf anderen als ganz bekannten physi
schen Principien beruhen können. Aufserdem liegt die S
so nahe, und ist so unmittelbar mit der Ofenheizung ve
den, dafs eine ganz einfache blofs rohe praktische Anwen
dieser Methode unfehlbar schon in den frühesten Zeiten sta
den mufste. Wirklich findet man auch in vielen alten Ge
den über den Oefen in den unteren Stockwerken Löcher i
Zimmerdecken eingeschnitten, um die warme Luft durch
hindurchzuleiten, und höher liegende kleine Gemächer zu
wärmen. Künstlicher, zugleich aber auch zweckmäfsiger,
den diese Vorrichtungen, wenn man den Ofen absichtlich
die Decke des Zimmers hinabsenkt, in einen eigens hi
eingerichteten Heizraum stellt, und die warme Luft aus di
den Zimmern zuführt. Auch solche Vorrichtungen sind i
sehr alt, und finden sich namentlich in den Gebäuden
Deutschordens in Preussen aus dem dreizehnten Jahrhun
und im Rathhause zu Regensburg, wo STURM [2] dieselb
und beschrieb. Will man noch höher hinaufgehen, so ist

---

1 Das Schlofs der deutschen Ritter in Marienburg, vo
SCHING 1823.

2 Dessen deut. Ueb. des VIGNOLA, Wolfenbüttel 1699.
Angaben entlehne ich aus WAGENMANN a. a. O. S. 4.

...den, dafs schon die Römer zu den Zeiten des SENECA auf-...n, nach uralter Sitte Kohlen in einer Pfanne in die Zimmer ...ittelbar zu setzen, sondern in den Palästen unterirdische ...mächer auf diese Weise erwärmten und die warme Luft von ...us in die höheren Gemächer leiteten, wie namentlich in den ...esälen des HELIOGABALUS geschah; auch fand man die ...a bestimmten Canäle in einem zu Autun ausgegrabenen rö-...hen Pallaste[1].

...In den neuesten Zeiten wurde die Luftheizung vermuthlich ...in England wieder in Anwendung gebracht, indem na-...lich STRUTT dieselbe 1792 zu Belper in seiner Maschinen-...erei einführte[2], und weil sie unter den geeigneten Um-...den entschiedene Vortheile gewährt, so wandte man sie ... blofs in grofsen öffentlichen Räumen, z. B. im Royal In-...tion, sondern auch in Privatwohnungen an, fand sie aber ... überall vortheilhaft, und liefs sie daher an vielen Orten ...er eingehen. In Frankreich stellte CÜRANDAU eine Luft-...ng in der Nast'schen Porzellanfabrik her[3], und es ist nicht ...zweifeln, dafs auch andere die Erfindung nachahmten, in ...chland aber, namentlich in Berlin, legten der Geh. Ober-...th SCHINKEL und der Ofenfabricant FEILNER 1817 eine ...heizung mit besonderen Heizkammern im Pallaste des Prin-...FRIEDRICH an[4]. Inzwischen wurde die Aufmerksamkeit ...Publicums hauptsächlich im südlichen Deutschland auf ...vermeintlich neue Heizmethode durch MEISSNER geweckt, ...er dieselbe in einer eigenen Schrift[5] übermäfsig anpries. ...lbst warnte in einer kurzen Anzeige[6] vor einem unbeding-...Glauben an die versprochenen Vortheile dieser Heizungsart ...iner hieraus folgenden schädlichen Anwendung unter nicht ...eten Bedingungen, allein vielleicht fand die Schrift um ...hr Beifall[7], je weniger sie eigentlich wissenschaftlich ver-

1 BUSCH Geschichte d. Erfind. X. 82.

2 SYLVESTER the Philosophy of domestic economy. Nottingh. 1819.

3 HERMBSTAEDT Bülletin. V. 356.

4 WAGENMANN a. a. O. S. 4.

5 Die Heizung mit erwärmter Luft. u. s. w. Wien 1822. 8.

... Heidelb. Jahrb. d. Lit. 1823.

... Die 2te vermehrte Auflage erschien Wien 1823, die 3te ebend. ...n das Vielfache vermehrt.

...Bd. N

fafst ist, ihr Inhalt aber eine oft so zweckwidrige Anwe
dafs es mitunter an das Unbegreifliche grenzt. Viele
nämlich für die Sache, vermuthlich wegen des Reizes d
meintlichen Neuheit, so eingenommen, dafs sie glaubte
gemeiner Ofen in eine Heizkammer eingeschlossen, müs
durch geeignet werden Wunder zu thun, und das wahrh
mögliche zu leisten. So sollten unter andern in einem n
kannten Falle mehr als eine halbe Million Cubikfufs Luft
ner Menge zerstreuter Zimmer durch nicht mehr als zwei
geheizt werden, obgleich sich aus einer einfachen Bere
nachweisen liefs, dafs dann das verbrannte Holz mehr
hätte erzeugen müssen, als es unter den günstigsten Ums
verbrannt überhaupt zu liefern vermag. Verschiedene m
gene Versuche und getäuschte Erwartungen führten dahe
dem gewöhnlichen Gange der menschlichen Ansichten zun
lichen Mifstrauen, und viele sind gegenwärtig geneigt, d
ze Sache überhaupt als unbedingt zweckwidrig und sogar
theilig zu verwerfen. Nachtheilig war dabei noch der U
dafs die Aufgabe, welche ihren Principien nach zunäch
unmittelbar in das Gebiet der Physik gehört, diesem e
wurde, indem manche Baumeister und selbst gemeine (
bricanten die an sich so einfache Sache mit unnöthigen Kü
en überluden, und wenn ihnen zufällig eine oder einige E
tungen gelungen waren, das Aufserwesentliche für wesentlic
ten, wobei der Schein unvermeidlich war, als sey das Prob
gewisse Weise ein mysteriöses, zu dessen Kenntnifs m
durch eigene Erfahrung und auf einem mühsamen Wege
gen könne, ohne eines sicheren Erfolgs dennoch gewifs zu
Eben diese Unsicherheit bei einer Sache, welche von de
Seite so unmäfsig gepriesen, von der andern wegen vie
und meistens mit grofsen Kosten verbundenen Mifsling
sehr herabgesetzt wurde, führte in solchen Fällen, wo di
richtung einer Luftheizung wünschenswerth erschien, zu
Menge vermeintlicher Verbesserungen bald der Oefen, b
Heizkammern, der Canäle u. s. w., welche aber bei den
gel fester Grundprincipien meistens in kostspielige und d
fect störende Ueberladungen ausarteten. Sollen daher di
sikalischen Lehrsätze nicht blofs unfruchtbare Speculatione
sondern mit ihrer ganzen Wichtigkeit in Anwendung
wovon unter andern namentlich H. Davy zwei glänzend

in seinen Sicherheits-Lampen und den Protectoren der isbeschläge gegen das Rosten aufgestellt hat, so war es eben reckmäfsig als nützlich, dafs der Verein zur Beförderung Gewerbfleifses in Preufsen das Problem der Luftheizung eine eigene aus Physikern, Chemikern und Bauverständ zusammengesetzte Commission sowohl theoretisch als auch den Resultaten der gemachten Erfahrungen untersuchen und den abgestatteten Bericht öffentlich bekannt machte[1]. hierin alles Nöthige über den Gegenstand zusammengendet, so folge ich demselben im Wesentlichen, mit Beng dessen, was Theorie und Erfahrung mir selbst an die gegeben hat, ohne zugleich alle die überflüssigen oder lichen Vorrichtungen zu erwähnen, womit solche Anlagen nkundigen überladen sind.

7. Nach dem oben aufgestellten Hauptprincipe ist es im tlichen nicht sehr verschieden, ob die Oefen im Zimmer und die durch sie erwärmte, mithin aufsteigende und hinzutretende kältere ersetzte Luft dem zu erwärmenden unmittelbar mittheilen, oder in einen eigenen Heizraum chlossen die umgebende Luft erwärmen, so dafs sie nach en Gesetzen durch eigene Canäle in die Zimmer strömt. arf daher für den Zweck der Luftheizung keiner eigenhen Oefen, sondern die Construction derselben beruhet nämlichen Bedingungen, als die der Zimmeröfen, und en daher auf gleiche Weise eingerichtet seyn, weswe h besondere Vorschriften hierfür ganz überflüfsig sind. ndefs bei der Luftheizung die unangenehme Strahlung rnen Oefen wegfällt, die Heizkammern und Canäle aber bst Wärmebehälter zum Nachhalten der Wärme darbieten, aus den in Nr. 16 angegebenen Gründen die gufseiserfen vorzuziehen, weil Eisenblech bei anhaltender Heiicht verbrennt, und eine Beschädigung der Oefen gerade Luftheizung mit grofsen Unannehmlichkeiten verbunden f geschmackvolle Formen der Oefen zu sehen ist für dieeck unnöthig, und somit scheint mir folgende Construcs vorzüglichste, weil sie ein hinreichend rasches und diges Verbrennen des Brennmaterials befördert und zur

---

[1] ie mehrerwähnte Schrift von WAGENMANN: Ueber die Heierwärmter Luft. Berl. 1827. 48 S. gr. 4. mit 3 Ktf.

Mittheilung der hierdurch erzeugten Wärme an die umg
Luft die gröſste Oberfläche darbietet. A ist der Heizkast
seinem am Ende eingemauerten und durch eine eiserne
verschlossenen Halse. Wegen eines in diesen Oefen leicl
stehenden übermäſsigen Luftzuges muſs in der Mitte oder
in der Thür a noch ein kleines Thürchen oder ein Schieb
gebracht werden, um durch eine gröſsere oder kleinere Oe
die Menge der einströmenden Luft zu regiren. Die Bode
des Heizkastens ruhet mit dem einen Ende in der Mau
Camin's, mit der andern auf einem Fuſse von gebrannter
nen k, etwa 6 Par. Z. von dem gleichfalls mit gebrannter
nen, oder noch besser mit Flieſsen, gepflasterten Bod
Heizkammer abstehend. Im Uebrigen ist die Constructic
Ofens aus der Zeichnung klar. Er besteht nämlich au
ähnlichen Kasten b, c, d, e, welche mit ihren Oeffnun
die Nuten des unteren Kastens passen, und indem hie
der ganze Ofen bloſs horizontale Fugen bekommt, in
sich das Eisen durch sein eigenes Gewicht fest eindrücl
steht nicht zu befürchten, daſs der Rauch irgendwo durch
eine Bedingung, worauf man genau achten muſs. Auſs
begreift jeder Sachverständige leicht, daſs bei dem ganzen
weder Schrauben noch Bänder erforderlich sind, welch
Preis erhöhen und wegen ungleicher Ausdehnung des ungl
Eisens dem dichten Schlieſsen mehr nachtheilig als vorth
sind, abgesehen davon, daſs sie die Stärke und Haltbark
Ganzen vermindern. Zwischen den einzelnen Kasten bl
die Räume β, γ, δ, ε für die freie Luftcirculation offen,
α und α aber sind dünne guſseiserne Platten, welche zum
gen der freien Enden der Kasten dienen; zum Herausne
der fortgerissenen Asche aber und zum Reinigen des Ofens
den an der freistehenden schmaleren Seite solche Oeffn
angebracht, als bei dem in Nr. 20 beschriebenen Ofen.
letzte Kasten e hat einen Hals f, welcher rund oder quadr
seyn, und etwa 6 Z. Durchmesser oder 5 bis 6 Z. Seite
kann, durch die Mauer des Camin's geht, und mit einer
g vermittelst der Stange und des Ringes h verschlieſsbar
muſs. Auſser den angegebenen Dimensionen, aus dene
übrigen von selbst folgen, ist noch zu bemerken, daſs di
fe des Ofens zu 18 Z., der Hals desselben aber von qu
schem Queerschnitte angenommen wird. Ein solcher Ofe

Weise gegossen, wie die gemeinen Oefen, namentlich der Asbacher Hütte bei Kirn am Rhein gegossen werden, an Gewicht nicht unter 600 aber auch nicht über 1000 ℔ kostet somit zur Stelle nach dortigen Preisen zwischen 40 0 preuſs. Thaler. Findet man die Höhe, welche vom Boden gerechnet höchstens 8 Par. F. betragen würde, zu groſs, nn dieselbe dadurch vermindert werden, daſs man die obetheile des Ofens, mit Ausnahme des Heizkastens, niedricht, oder die Kasten c und d ganz wegläſst, und e unbar auf b setzt, wobei dann der Rauch zwar nicht so vollg abgekühlt wird, die Lufheizung aber bei minder günsti-Locale dennoch sehr gut möglich bleibt. Die hier angeen Dimensionen können nach Umständen höchstens um mindert werden, eine Vergröſserung derselben ist aber aus nicht rathsam, weil sie den angegebenen Forde- an einen guten Ofen nicht zusagen würde; verlangt aber mehr als ein solcher Ofen zu leisten vermag, wie den Fällen leicht der Fall seyn kann, so besteht ein ein- Mittel darin, daſs man zwei oder mehrere Oefen in izkammer stellt, bis man über den geforderten Effect rt ist, und ich wundere mich in der That, daſs ich gabe dieses so einfachen und in mancher Beziehung kdienlichen Mittels noch nirgend gefunden habe. Sind ensionen des Ofens, namentlich die Höhe des Heizka-, überhaupt kleiner, so muſs die Flamme an der hintend des Ofens, wie bei gewöhnlichen Circuliröfen, auf-, und der Ofen erhält durch entgegengesetzte Circulation Kasten weniger, wie aus dem Anblicke der Zeichnung bst folgt.

Übrigens wird die erforderliche Gröſse des einen oder der en anzuwendenden Oefen leicht nach den in Nr. 22, 23 angegebenen Regeln gefunden, mit Rücksicht auf einige zu erwähnende Eigenthümlichkeiten der Luftheizung. nderweitigen vielfachen Vorschläge von einer Verbindung fen mit Circuliröfen, Trommeln, Röhren, welche lothrecht och zweckwidriger horizontal durch den Ofen gehend, rculation der Luft befördern sollen, von einem Röhren-e, welches mantelartig den Ofen, wie den von Strutt, t, um die Luft zur Berührung mit der Oberfläche des Mezu zwingen, übergehe ich mit Stillschweigen, weil sie,

wie in WHISTON's geologischer Theorie geschieht, gleich voraussetzen, dafs das Naturgesetz vom Aufsteigen der leicl ren Lufttheilchen in den schwereren bei den Luftheizungs aufgehoben seyn könne, und in so fern wesentlich nachthe sind, als sie theils die Bedingungen des schnellen Verbrenn der Brennmaterialien hindern, theils das oft so nöthige Hin kommen zum Ofen unmöglich machen, und endlich die be sichtigte freie Circulation der Luft mehr hindern als beförd Wer sich von den aufserordentlichen Wallungen der Luft, w che in einem Heizraume den Ofen umspielt, durch den Aug schein überzeugen will, der darf nur etwas Magnesia[1] aus nem Glase durch Flor gegen den Ofen pudern, um aus der wegung der fortgerissenen Theilchen die Luftströmungen zu kennen.

28. Die *Heizkammern*, worin die Oefen stehen, so nicht selbst geheizt werden, vielmehr ist die Wärme, we sie aufnehmen, und nach Aufsen zerstreuen, ein von der L heizung unzertrennlicher Verlust, sondern sie sind blofs d bestimmt; die zu erwärmende Luft einzuschliefsen, bis durch die Wärmecanäle entweicht, und die kalte von Aufse ihre Stelle tritt. Hieraus folgt von selbst, dafs das Material selben ein schlechter Wärmeleiter seyn mufs, und so werde am besten von gebrannten Steinen verfertigt, inwendig und wendig mit Kalk beworfen und verputzt. Man hat ganz zw mäfsig vorgeschlagen, sie in der Art doppelt zu machen, beide Wandungen durch eine Luftschicht von etwa 6 Z. D getrennt würden, weil die trockne Luft ein schlechter Wä leiter ist; noch besser würde man diesen Zweck errei wenn man eine innere Heizkammer von verzinntem Eisenbl in einem Abstande von etwa 6 Z. mit einer gemeinen Heizl mer aus gebrannten Steinen umgäbe, eine minder kostbare richtung, als so manche unnöthige Künsteleien an den O und wobei die Dicke der äufseren Heizkammer nicht über 1 erfordern würde. Ist die Heizkammer einfach, so wird Dicke durch den Gebrauch der ganzen Heizung bedingt. V diese nämlich für Kirchen, Theater, Concertsäle u. s. w

1 Andere Substanzen, welche mit der Oberfläche der Oe Berührung gebracht, verbrennen, sind zu diesem Versuche brauchbar.

stimmt ist, so dafs sie nur an einzelnen Tagen gebraucht wird und in den Zwischenzeiten völlig wieder erkaltet, so reicht eine Dicke von 12 Z. hin, weil diese in den wenigen Stunden der Heizung nicht völlig durchwärmt wird, vielweniger also eine bedeutende Menge Wärme nach Aufsen abzugeben im Stande ist. Soll sie dagegen dazu dienen, um ein oder mehrere Zimmer stets warm zu erhalten, so ist eine Dicke von 18 Z. erforderlich und von 2 F. noch vortheilhafter, auch würde für diesen Fall, vorzüglich in kälteren Gegenden, eine doppelte, oder die oben angegebene innere Umgebung der Heizkammer aus Weifsbleich durch Verminderung des Holzaufwandes die gröfseren Kosten bald wieder ersetzen. Der Natur der Sache nach erfordert die Heizkammer oben eine solche Wölbung oder Verengerung, dafs die erhitzte Luft aus ihr leicht und ungehindert in den oder in die Wärmecanäle strömen kann, und nachtheilig ist es auf allen Fall, wenn die Oeffnungen der letzteren niedriger liegen, als die oberste Höhe der Heizkammer, weil dann ganz oben eine Stagnation der heifsesten Luftschichten und ein steter Verlust an Wärme durch die Decke eintritt.

Die Bestimmung des Abstandes der inneren Wandung der Heizkammer vom Ofen hängt von verschiedenen, zum Theil einander entgegengesetzten Bedingungen ab. Gerade die anscheinend wesentlichste, nämlich die hinlängliche Erwärmung der erforderlichen Luftmenge innerhalb derselben, kommt bis zu einer gewissen Grenze gar nicht in Betrachtung. Es wird nämlich in der Folge gezeigt werden, dafs die Geschwindigkeit der in den Wärmecanälen aufsteigenden Luft ihrer Temperatur direct proportional ist. Befindet sich daher wenig Luft in der engeren Heizkammer, so wird sie stärker erwärmt werden, daher auch wegen schnellerer Strömung in kürzerer Zeit wechseln und somit kürzere Zeit mit dem Ofen in Berührung bleiben, bis beide einander entgegengesetzte Bedingungen in ein gewisses Gleichgewicht kommen. Hieraus folgt aber unmittelbar, dafs man bei der Luftheizung auf gleiche Weise als bei der Ofenheizung hauptsächlich nur dahin zu sehen habe, dafs jederzeit eine hinlängliche Menge Luft bis auf die erforderliche Temperatur erwärmt werde. Auf der andern Seite wird die Wärmestrahlung des Ofens die innere Wandung der Heizkammer um so viel weniger treffen, folglich diese um so weniger Wärme nach Aufsen ableiten, je gröfser der Abstand derselben ist, ja es liefse sich

ein Abstand denken, in welchem sie dem Ofen gar keine
me entzöge, wenn man annehmen könnte, dafs die der
zunächst umgebende, und durch ihn erwärmte Luft foı
rend in die Höhe stiege und durch andere, von unten dur
nen Canal herbeigeführte wieder ersetzt würde, ohne di
ferntere umgebende mit in diese Bewegung zu ziehen.
dieses Letztere aber in der Ausführung unmöglich ist, s
den die auf allen Fall erwärmten Wände der Heizkamme
ihrer Oberfläche proportionale Menge Wärme annehmeı
durchlassen, und in dieser Hinsicht also nicht von zu v
Umfange seyn müssen. Indem zu diesen Rücksichten als
eine neue, nämlich Vermeidung einer unnöthigen Versc
dung von Raum der Heizkammern, und von der andern
das Bedürfnifs hinzukommt, den eingeschlossenen Ofen z
tersuchen und zu reinigen, so wird ein Zwischenraum vc
an zwei Seiten und von 18 Z. an den beiden andern zw
dem Ofen und der inneren Wandung der Heizkammer de
schiedenen Forderungen am besten angemessen seyn, ohr
einige Zolle mehr oder weniger einen bedeutenden Unteı
herbeiführen. Aus der letztgenannten Ursache, nämlicl
man zu Zeiten am Ofen nachsehen und denselben reinigen
ist es erforderlich, dafs man von Aufsen in die Heizk
kommen könne. Hierzu bedarf es indefs eines blofsen I
welches etwa 2 bis 3 F. über dem Boden und 18 Z. bis
stens 2 F. im Durchmesser haltend, quadratisch oder rund
Wand der Heizkammer angebracht, und inwendig mit
Thüre von Eisenblech, auswendig aber von Holz, ver
sen wird.

Man hat in einigen Fällen[1] in den Heizkammern g
oder kleinere Wärmemagazine, aus locker aufgeschichtet
durch eiserne Bänder zusammengehaltenen Granitsteinen
legt, an deren Statt man jede beliebige andere Steine,
Basalte, Porphyre u. s. w. nehmen könnte, und die Erf
soll für die Güte dieser Einrichtung zeugen. Wenn m
Kosten und den gröfseren erforderlichen Raum nicht in Ar
bringt, so läfst sich schwerlich ein positiver Nachtheil ein

---

1 Namentlich bei der durch den Baudirector u. Regierung
Triest im Locale des Kön. Kriegsministeriums in Berlin ang
Luftheizung. S. Wachsmann a. a. O. S. 42.

Apparates nachweisen, allein schon aus diesen Gründen och aus andern würde ich im Ganzen dagegen entschei- Beim Anfange der Heizung nämlich muſs die Wärmepro- am stärksten seyn, weil dann nicht bloſs die unausge- tatt findende Ableitung der Wärme durch die Umgebun- r Zimmer ersetzt werden soll, sondern zugleich die im r enthaltene Luft, die Wände und Decken und obendrein kammer selbst eine Erhöhung der Temperatur erfordern. r nämlichen Zeit nehmen dann auch jene Magazine ei- r groſsen Theil der erzeugten Wärme auf, um sie später abzugeben, wenn bloſs der anhaltende Wärmeverlust der einen Ersatz fordert. Man bedarf daher zur gleichzeiti- värmung jener Magazine einer ungleich gröſseren Wär- action, als ohne diese nöthig seyn würde, und erreicht ichts weiter, als daſs die Heizung dann eine desto län- it aufhören könne. Auſserdem sind die Wände der mer selbst sehr bedeutende Wärmemagazine, welche halten der Wärme mindestens eben so gut zu bewirken n, als gewöhnliche thönerne Oefen. Diesemnach würde he künstliche Magazine bloſs in denjenigen Fällen geeig- n, wenn Gründe vorhanden sind, die Heizung der Oe- tere Stunden lang zu unterbrechen, z. B. bei Kranken- oder Schlafzimmern, wenn man diese auch während t möglichst gleichmäſsig warm zu erhalten wünscht, n das Heizen fortzusetzen, wäre es auch nur um das zu vermeiden, welches vermöge der Fortpflanzung des durch die Wärme-Canäle leicht gehört werden könnte[1].

Ueber den Ort, wo die Heizkammern anzulegen sind,

---

[1] rof. Walchner in Carlsruhe und ich waren vor 2 Jahren genöthigt, chtheiligen Bedingungen eine Luftheizung zu entwerfen, wel- sofort durch mich ausgeführt wurde. Sie ist ohne alle Kün- so einfach, als ich die Vorrichtung im Allgemeinen hier be- Ein einziger Ofen der Localität wegen nur mit einer einzigen n, und daher minder vortheilhaft construirt, als der oben ene, heizt 7 Zimmer, sämmtlich so schwer heizbar, als die- nter den nachtheiligsten Bedingungen seyn kann, deren Ge- halt 19491 Par. Cub. F. beträgt. Bei einer äuſseren Tempe- n — 15° bis — 21° R. war die in den Zimmern + 12° R. Ofen bei so nachtheiligen Bedingungen mitunter Tag und heizt werden muſste, und daher viel Holz kostete, ist gewiſs verwundern, und lieſs sich im Voraus berechnen.

kann kein Zweifel obwalten. Es wird nämlich in der Folg zeigt werden, dafs die Geschwindigkeit der Luftströmun Quadratwurzeln aus der Höhe der Leitungs - Canäle fü warme Luft direct proportional ist. Wird in der hierüber nächst anzugebenden Formel die Höhe h = 0 gesetzt, so die Geschwindigkeit der Luftströmung gleichfalls = 0. l aus folgt schon von selbst, dafs die Heizkammer mit den z wärmenden Zimmern nicht in derselben horizontalen Eben gen darf, und obgleich bei der für den sogenannten Luftwe eingerichteten Luftheizung die gemeinschaftliche Wirkun Canales, wodurch die zwar kalte, aber allezeit dennoch e erwärmte Luft aus den Zimmern in die Höhe geleitet wird, desjenigen, welcher ihnen die erhitzte Luft zuführt, die schwindigkeit der Strömung bedingt, so läfst sich dennoch n weisen, dafs unter geeigneten Umständen auf gleiche Weise der verlangten entgegengesetzte Strömung eintreten könnte dieses nicht selten bei den Schornsteinen der Fall ist. A nommen nämlich, es würde eine an sich keineswegs geringe l strömung von 3 F. in 1 Sec. erzeugt, zugleich aber dräng das Zimmer durch die individuelle Richtung des Windes ei Umfang gleich starker Luftstrom von 4 F. Geschwindigke derselben Zeit (eine nicht übertriebene Gröfse, da ma den kaum merklichen Wind 10 F. rechnet), so würde sic erhitzte Luft offenbar mit 1 F. Geschwindigkeit rückwärt wegen. Hierin liegt der einfache Grund der manchen so selhaft vorkommenden Erscheinung, dafs von zwei Zim welche durch den nämlichen Heiz-Canal aus zwei Oeffnu desselben erwärmt werden sollen, nur das eine warme Lu hält, während in dem andern die kalte Luft in die Oeff einströmt. Die Heizkammern gehören also auf allen Fall u das Niveau der zu heizenden Zimmer, und der eigentlich fü geeignete Ort ist ein Souterrain, wenn gleich ihre eigene l sowohl bei der Einrichtung für den Luftwechsel als auch fü Circulation auf allen Fall bei gehöriger und nicht absichtlic dersinniger Construction mindestens einige Strömung he bringen mufs.

30. Der Eintritt der kalten Luft in die Heizkammer auf eine gedoppelte Weise stattfinden, indem dieselbe entv aus dem Freien zuströmt, oder aus den Zimmern wieder i Heizkammer zurückgeleitet wird. Im ersteren Falle hat die

gar keine Schwierigkeit. Es bedarf nämlich nur einer
ung unten am Boden in der Heizkammer, deren Queer-
t der Summe der Queerschnitte aller Ableitungs-Canäle für
me Luft gleich ist, und zu welcher die äufsere Luft ent-
unmittelbar aus dem freien Raume oder aus einem sonsti-
it reiner Luft erfüllten Orte freien Zutritt hat. Fürchtet
ne Verunreinigung derselben, so kann man einen Canal
er Oeffnung aus ins Freie führen, welcher aber etwas
als jene Oeffnung seyn mufs, wenn er lang und haupt-
h, wenn er gekrümmt ist, und dafs derselbe gegen Verun-
ng geschützt werde, versteht sich wohl von selbst. Alle
Künsteleien, namentlich Canäle mit Thürmen und Wind-
als Luftfänge, sind überflüssig, mitunter nachtheilig.
ie kältere Luft aus den Zimmern wieder in die Heizkam-
rückgeführt werden, so legt man hierfür einen Canal un-
ar über dem Fufsboden oder in demselben an, welcher
den Boden der Heizkammer herabgeht, und daselbst
Die Weite desselben mufs der des Wärmecanals gleich
Welche von diesen beiden Arten, deren erste man den
chsel, die zweite dagegen die *Circulation* nennt, zu
sey, dieses wird durch die Bestimmung der zu heizen-
mer entschieden. Sind diese Trockenstuben, wozu die
ung mit ganz überwiegendem Vortheile geeignet ist, so
sich von selbst, dafs die mit Dämpfen überfüllte Luft
n nach Aufsen geleitet, der Heizkammer dagegen stets
geführt werde. Eben dieses ist der Fall, wenn Kran-
mer oder Fabriksäle auf diese Weise geheizt werden, in
ie verarbeiteten Materialien oder die grofse Zahl der ver-
Menschen eine stete Ventilation nothwendig machen. Bei
n, Tanz-, Concert-, Klubbsälen u. s. w., kann die
Ausdünstung so vieler Menschen überfüllte Luft nicht
dem heifsen Ofen wieder zugeführt werden; weil aber
Räume in der Regel früher erwärmt werden müssen, als
Menschen angefüllt sind, so ist es rathsam, beide Ein-
gen zu vereinigen, und anfangs die kalte Luft der Zim-
ieder in die Heizkammer zurückzuführen, nach der An-
mit Menschen aber den hierfür bestimmten Canal zu
en, und denjenigen zu öffnen, welcher die Luft aus dem
r abzuführen bestimmt ist. Eine zweckmäfsig eingerich-
uftheizung wird zwar nicht leicht ohne den erwarteten

Effect seyn; soll aber die Sicherheit des letzteren in Bezieh auf die vorliegende Frage bestimmt werden, so ist es aller denkbar, dafs auf gleiche Weise, als bei manchen Schorn nen, in dem Ableitungscanale der Luft aus dem Zimmer auf die Gänge der Gebäude oder auf den Speicher, oder end auch ins Freie ein so starker herabgehender Luftstrom entstü als nöthig wäre, um die kalte Luft mit gleicher Geschwindi in das Zimmer herabzudrücken, als womit sie im Wärmeca aufsteigt, und dadurch die Wirkung des letzteren aufzuh oder sogar umzukehren, in welchem Falle dann die Einricht der Circulation sicherer seyn würde. Weil aber die Luft Ableitungscanale auf allen Fall wärmer als die äufsere ist, daher nach physikalischen Gesetzen schon an sich eine gew Steigkraft erhält und diese noch obendrein durch diejenige mehrt wird, welche der Wärmecanal erzeugt, so ist für beträchtliche Höhe beider der angegebene Fall fast unmög mindestens aber höchst unwahrscheinlich. Wenn auf der dern Seite der Ableitungscanal für die kalte Luft in die H kammer zurückgeführt ist, der Boden der letzteren sehr w wird, die Höhen beider Canäle, des für die warme Luft des für die kalte bestimmten, einander gleich sind, so läfst denken, dafs bei anfangender Heizung in beiden etwas ka Luft niedersinkt und wenig warme aufsteigt, allmälig aber bei in ein Gleichgewicht kommen, vermöge dessen aus der ve schlossenen Heizkammer keine Luft aufsteigen kann, weil so ein Vacuum in ihr entstehen müfste. Aber auch diese Mögli keit beruhet auf einer so grofsen Menge von Zufälligkeiten, da sie mindestens höchst unwahrscheinlich wird; indefs scheint so viel gewifs, dafs eine schnellere Strömung dann entst wenn die kalte Luft durch eigene Abzugscanäle aus den Zi mern in höhere Räume oder ins Freie geleitet wird, als we man sie in die Heizkammer zurückführt, wobei in beiden F len die Abzugs-Canäle vom Fufsboden ausgehen müssen[1].

---

1 Mir ist von einem glaubhaften Augenzeugen erzählt, dafs e Luftheizung, bei welcher die kalte Luft wieder in die Heizkam zurückgeführt wurde, den erwarteten Effect nicht hervorbrachte, man einen Abzugs-Canal der kalten Luft ins Freie anlegte, wo die verlangte Wärme erhalten wurde. Indefs ist mir weder die T sache, noch die inviduelle Construction so genau bekannt, dafs ein Urtheil darauf gründen könnte.

lus einer Rücksicht ist indefs, die übrigen bereits angege- Bedingungen gleich gesetzt, diejenige Einrichtung vorzu- nach welcher die kalte Luft aus den Zimmern in die mmer zurückgeführt wird, und zwar aus der ökonomi- Es leuchtet nämlich schon an sich ein, dafs nicht blofs sondern eine allmälig zunehmend stärker erwärmte Luft lie Abzugs-Canäle aus den Zimmern geleitet wird, wenn in Fufsboden derselben eine verhältnifsmäfsig kalte Schicht en seyn mag, und dafs somit diejenige Wärme ganz wird, welche dieser Schicht bereits mitgetheilt ist, es n, dafs man diese etwas erwärmte Luft für höher lie- Räume, als Gänge, Kammern u. s. w. benutzen wollte. hat Wagenmann[1] durch eine genaue Berechnung selbst hältnifs aufgestellt, in welchem die Heizung mit Abzugs- s ins Freie einen gröfseren Aufwand an Brennmaterial er- als mit solchen, welche die kalte Luft der Zimmer wie- lie Heizkammer zurückführen. Ist nämlich die erforder- nge erwärmter Luft = a die demnach in der nämlichen dem Wärmecanale zuströmende = x; der Unterschied eren und der Zimmertemperatur = t, die Wärme der nden Luft = t'; die der abfliefsenden = t'', so ist

$$xt' = at + xt''; \text{ also } x = \frac{at}{t' - t''}$$

lie erforderliche Menge Luft, welche in der gegebenen Grade erwärmt werden mufs, damit das Zimmer seine Temperatur beibehalte

$$\frac{t'}{t} x = \frac{t'}{t' - t''} a$$

wird. Diesemnach verhält sich die erforderliche Menge rwärmenden Luft bei der Circulation zu der beim Luft- wie $a : \frac{t'}{t' - t''} a$ oder wie $1 : \frac{t'}{t' - t''} = 1 : 1 + \frac{t''}{t' - t''}$, is letzte Glied den allezeit stattfindenden Mehrbedarf der rzeugung beim Luftwechsel ausdrückt. Hieraus folgt, r Luftwechsel allezeit einen Wärmeverlust herbeiführt, so viel gröfser ist, je höher die Temperatur der abge- Luft steigt und je geringer der Unterschied der Tempe- dieser und der zugeführten wird. Wäre nämlich $t' = t''$,

---

1 a. a. O.

oder die Temperatur der abgeleiteten Luft derjenigen der führten gleich, so würde $\frac{t''}{t'-t''} = \infty$ seyn, d. h. es wür zugeführte Wärme auch wieder abgeleitet, und könnte eine unendliche Wärmeproduction keine Erhöhung der Te ratur erzeugt werden [1]. Wird dagegen $t'' = \frac{1}{2} t'$, so ist $\frac{}{t}$ $= 1$ und es verhält sich der Holzaufwand bei der Circulati dem beim Luftwechsel wie $1 : 2$. Es liegt in der Nat Sache, daſs die Luft aus dem Wärmecanale so viel w seyn müsse, je gröſser der Unterschied der mittleren Tem tur des Zimmers und der äuſseren Luft ist, und so kann es lich als Regel angenommen werden, daſs die Temperatu Zimmers das arithmetische Mittel zwischen der äuſseren un zuströmenden warmen sey, in welchem Falle $t = \frac{t'}{2}$, ur Verhältniſs des Brennmaterials $= 1 : \frac{2t}{2t-t''} = 1 : 1 + \frac{}{2}$ ist. Der im letzten Gliede ausgedrückte Mehrbedarf kan $= 1$ werden, weil t'' allezeit kleiner ist als t, und somit in der Wirklichkeit der Verbrauch des Brennmaterials beim wechsel nie das Doppelte von demjenigen betragen, welch Circulation erfordert. Um endlich ein Beispiel in Zahlen a nehmen, sey die äuſsere Temperatur — 10° C.; die der un Luftschichten des Zimmers $= 14°$ C. die mittlere des Zin $= 18°$ C. und der zuströmenden Luft $= 40°$ C., so is $t = 28°$ C.; $t' = 40°$ C.; $t'' = 14°$ C., mithin $\frac{t''}{t'-t''} = \frac{}{40}$ $= \frac{14}{26}$ und das Verhältniſs der Holzconsumtion zwischen b Einrichtungen $= 13 : 20$ wobei also der Luftwechsel etwa die Hälfte oder $\frac{7}{13}$ mehr Brennmaterial erfordern würde, a Circulation.

31. Die Canäle, welche die warme Luft aus der Hei

1 Diesem anscheinend paradoxen Satze steht ein andere paradoxerer zur Seite. Wäre nämlich $t'' > t'$, so würde $\frac{t''}{t'-t''}$ tiv, und der Luftwechsel weniger Brennmaterial erfordern, a Circulation. In diesem Falle aber müſste derselbe eine eigent che Wärmequelle in sich selbst haben, und das Resultat der l wäre allerdings gerechtfertigt.

in die Zimmer führen, und wegen schnellerer Strömung
ens etwas enger gemacht werden als die Ableitungs-Ca-
für die kalte, bieten im Ganzen nur geringe Schwierigkei-
dar, erfordern jedoch eine der richtigen Theorie angemes-
Construction. Wird in massiven Häusern die Luftheizung
leich mit der Erbauung eingerichtet, so ist das Einfachste,
in dem Innern der Seitenwände sogleich hinaufzuführen,
gesetzt, dafs sie mit den Thüröffnungen nicht in Collision
men. Die Tragbalken, deren Nähe Wagenmann wegen
gefahr fürchtet, kommen weniger in Betrachtung, weil
ihnen leicht ausweichen kann, und ein Entzünden dersel-
durch die Luft (wenn kein stark auflodernndes Feuer in der
kammer selbst ausbricht) unmöglich ist. Hierzu wäre näm-
eine Hitze von mehr als 250° C. erforderlich, welche in
em Canale entstehen kann, da die Geschwindigkeit der Luft-
ung ihrer Temperatur direct proportional ist, und die Luft
r zu schnell wechseln würde, als dafs sie diese Hitze an-
en könnte. In dem angenommenen Falle also werden die
e sogleich bei der Aufführung der Mauern hergestellt, und
ndig glatt mit Mörtel oder noch besser mit Gyps verputzt,
die Bewegung der Luft in Canälen so viel leichter von
en geht, je glattere Flächen diese haben. Wird eine Luft-
ng in einem schon fertigen oder einem nicht massiven
eingerichtet, so liegt es in der Natur der Sache, dafs der
g des Leitungs-Canals von der Heizkammer aus, und
m als Fortsetzung derselben aus gebrannten Steinen ge-
t sey, die Fortsetzung desselben kann aber dann aus thö-
en Röhren, aus blechenen (insbesondere von dem wenig
e strahlenden Weifsblech) und selbst aus hölzernen beste-
, welche letztere aber einen Ueberzug von Leinen, darüber
Papier, auch wohl einen Verputz und einen Anstrich erhal-
müssen, um fortdauernd luftdicht zu seyn; vorzugsweise
hte ich die letzteren indefs nicht empfehlen. Um durch die
äle nicht zu viele Wärme zu verlieren, räth Wagenmann
zunächst mit einer Luftschicht und dann mit einer Mauer zu
geben, ein nicht verwerflicher Vorschlag, wenn die Localität
laubt und die Zimmer dadurch nicht entstellt werden.

Die Weite der Canäle kann theoretisch sehr scharf bestimmt
den, wenn man berücksichtigt, dafs die Luft in ihnen mit
r gewissen geforderten Geschwindigkeit aufsteigen soll. Nach

statischen Gesetzen fällt eine Säule irgend einer Flüs den Quadratwurzeln aus ihrer Höhe proportional, und daher als Zeiteinheit eine Sexagesimalsecunde angenommei lothrechte Fallraum in derselben g, die Höhe der herabl den Säule aber h genannt wird, so ist die Fallgeschwind in Paris. Fuſs in einer Secunde [1]

$$c = \sqrt{4gh} \ldots\ldots (1)$$

Die Luftsäule fällt oder steigt aber nicht mit ihrem ganzei wichte, sondern bloſs mit ihrem relativen, und die geg Formel muſs daher mit dem hieraus erhaltenen Factor mul cirt werden. Heiſst daher in Graden des hunderttheiligen T mometers die Temperatur der Luft, in welcher die geg Luftsäule herabfallen soll $= t$, ihre eigene Temperatur der Unterschied $t - t' = t''$, so ist diesemnach ihre Fall schwindigkeit in einer Secunde $= t'' \sqrt{4gh}$. Ist dann t' k als t, mithin die betrachtete Luftsäule schwerer, so wir Geschwindigkeit ihres Falles unmittelbar gegeben. Ist u kehrt t' gröſser als t, oder ist die gegebene Luftsäule die mere, so wird das Resultat der Formel gleich groſs, aber tiv, d. h. die wärmere Luftsäule wird mit der nämliche schwindigkeit aufsteigen, mit welcher die kältere herab Das gröſsere oder geringere Gewicht der Luftsäule (ihr rel Gewicht, womit sie herabsinkt oder aufsteigt) wird aber durch die Temperatur unmittelbar gegeben, sondern durc Zusammenziehung oder Ausdehnung, welche sie durch di erleidet, und da diese Gröſse eine durch Erfahrung gena stimmte ist, so ergiebt dieses von selbst den erforderliche ctor $= 0{,}00375$ für 1° C. und es ist also

$$c = 0{,}00375\, t'' \sqrt{4gh} \ldots\ldots (2)$$

So wie aber endlich ein aufsteigender Wasserstrahl, z. I einer Fontaine, nicht die volle Höhe erreicht, welche e Gesetzen nach erreichen müſste, weil bei seiner Bewegu vielfacher Widerstand zu überwinden ist, so wird auc Luftsäule nicht die ganze aus der Formel folgende Geschwi keit erhalten, weil sie hieran durch die Trägheit der Masse Gegendruck der aus der Stelle zu treibenden Luft, die häsion an den Wänden der Canäle u. s. w. gehindert

1 Diese allgemein bekannte Formel bedarf keines Be Vergl. *Fall.* Th. IV. S. 6.

Schmidt[1] hat durch sinnreiche Versuche denjenigen Fa-
ufgefunden, welcher aus diesen Hindernissen der Bewe-
hervorgeht, indem er die Geschwindigkeit der in einer
nen Röhre aufsteigenden erhitzten Luft vermittelst der Zahl
drehungen eines kleinen Flugrädchens in einer gemessenen
estimmte, und ihn $= 0,43$ fand. Dieser ist zwar geringer,
dere ihn gefunden haben, allein bei der Genauigkeit der
he und der Uebereinstimmung ihrer gesammten Resultate
h denselben nicht um mehr als 0,07 zu erhöhen, so dafs
runder Zahl 1,5 herauskommt. Hiernach ist also

$$c = 0,5 \times 0,00375\, t'' \sqrt{4 g h} \ldots\ldots (3)$$

enn g zu 15 Par. F. angenommen wird, für 1 Secunde:
$,014523\, t'' \sqrt{h}$ für 1 Minute: $c = 0,87142\, t'' \sqrt{h}$. Es
sich also die Geschwindigkeit der Luftströmung in den
canälen directe wie die Differenz der Temperaturen in
adratwurzeln aus den Höhen. Hat man hiernach die Ge-
digkeit der Strömung gefunden, so darf man diese nur
Querschnitte des Canales multipliciren, um die Quan-
in einer gegebenen Zeit in das Zimmer strömenden Luft
Fufsen zu erhalten. In der Regel ist der Cubik-Inhalt
1 Min. erforderlichen Quantität Luft bekannt, und man
h annehmen, dafs die Höhe des Canales und die Tem-
ler Luft in demselben bekannt sey, und dann läfst sich
n Gröfsen der Querschnitt des Canales finden. Heifst
re in Quadratfufs $= q$; die Quantität der in 1 Minute
ichen Luftmenge $= m$, so ist

$$q = \frac{m}{0,87142\, t''} \sqrt{h} \ldots\ldots (4)$$

sich ergiebt, dafs der Querschnitt des Canales so viel
seyn mufs, je geringer seine Höhe und die Wärme der
trömenden Luft ist.

Beziehung auf eine für die Praxis geeignete genäherte
der Dimension des Canales für die warme Luft kommt
h folgendes in Betrachtung. Sobald der Ofen die geeig-
nstruction und die erforderliche Gröfse hat, um die nö-
antität Wärme zu erzeugen, und es übrigens nicht ge-
thwendig ist, dafs die Temperatur der Luft im Wärme-
nter einer gewissen Gröfse bleibe, so kommt die Weite

[1] land- und Lehrbuch der Naturlehre. Giefs. 1826. S. 216.

des letzteren weniger in Betrachtung, weil die Geschwir der Strömung der Temperatur direct proportional ist, die nem engeren Canale strömende geringere Luftmenge ab soviel längere Zeit in der Heizkammer verweilt, dadurch mehr Wärme annimmt und somit eine schnellere Strömu hält. Die Hauptsache bei der Luftheizung, wie bei der heizung, bleibt daher immer die Erzeugung der erforde Quantität Wärme in der Heizkammer, und deswegen is die Gröſse der Oefen so angenommen, daſs sie hierzu m vollständig ausreicht. Ferner aber macht es einen groſse terschied, ob die Luftheizung für die Circulation oder den wechsel eingerichtet ist. Im ersteren Falle nämlich ist d hitzte Luft als eine wärmere Luftsäule anzusehen, wel der minder warmen des Zimmers aufsteigt, wonach also Differenz beider Temperaturen gleich ist. Sollte die Gesc digkeit der Bewegung dann genau bestimmt werden, so es erforderlich auch den Einfluſs zu berechnen, welche Herabsinken der kälteren Luft in die Heizkammer erzeugt. aber die herabsinkende Luftsäule auf allen Fall nicht für si einer gleich geschwinden Bewegung, als die aufsteigende citirt wird, dennoch aber nothwendig mit gleicher Gesd digkeit herabsinken muſs, weil sonst ein Vacuum in der kammer und eine Ueberfüllung in den Zimmern entstehen w so folgt, aus diesem Gesichtspuncte die Sache betrachtet, aus vielmehr eine Verzögerung der Geschwindigkeit, v die Luft in dem Wärmecanale aufsteigt. Inzwischen wa gleiches Herabsinken auch bei denjenigen Versuchen derlich, wodurch G. G. Schmidt den oben aufgenomm Coefficienten gefunden hat, und es läſst sich sonach erklären, warum derselbe geringer als 0,5 gefunden w indem die aufsteigende Luftsäule durch ihre Steigkraft ihr gleiche zum Herabsinken vermögen muſste. Be Luftheizung durch Circulation sinkt die kalte Luftsäule destens mit einiger eigenthümlichen Kraft herab, und man daher den oben angenommenen Coefficienten = 0,5 behält, so wird auf allen Fall die berechnete Geschwi keit nicht zu groſs gefunden werden, welches für die Pra lezeit das sicherste ist. Ganz anders verhält sich die Sach gegen im Falle des Luftwechsels. Hierbei ist, mit Rüc auf die Unterbrechung durch das Zimmer, die erwärmte Luf

ßufs-Canale und die etwas kältere, welche im Abzugs- aufsteigt, als eine einzige zu betrachten, welche bis zur en Temperatur beider erwärmt, wie durch eine commu- de Röhre mit der kälteren äufseren Luft verbunden, in aufzusteigen sollicitirt wird. Eine genaue Bestimmung also erfordern, nicht blofs die Geschwindigkeit der Be- ; zu berechnen, welche die Luftsäule im Wärmecanale ie Differenz ihrer Wärme und die der äufseren Luft, des- a durch die Höhe des Canals erhält, sondern hierzu ejenige zu addiren, welche die Höhe des Abzugs-Canals : Temperaturunterschied der in ihm eingeschlossenen und seren erzeugt. Auf allen Fall folgt hieraus, dafs man ver- des Luftwechsels ungleich schneller eine höhere Tempe- ı einem Zimmer hervorbringen könne, als durch die Cir- ı, aber mit gröfserem Aufwande von Brennmaterial. Es a hierbei indefs zwei Bedingungen in Betrachtung, wel- s genaue Berechnung ungemein erschweren. Zuerst be- nämlich die Elemente der Berechnung überhaupt auf der etzung, dafs die äufsere Luft im Zustande der Ruhe sey, bei der überwiegenden Menge der äufsern Luft die durch ung zur Heizkammer weggenommene nicht in Betrach- mmen kann. Allein die äufsere Luft ist nie völlig ru- d ihre Bewegung kann daher, selbst bei lothrechten Ca- die Geschwindigkeit der Luftströmung in denselben be- vermehren oder vermindern. Indefs ist es der Natur e nach unmöglich, diese Gröfse im Allgemeinen mit in echnung aufzunehmen, da selbst in einem gegebenen n Falle kaum denkbar ist, auf welche Weise alle ein- dingungen genau bestimmbar seyn sollten. Zweitens ist fange der Heizung die Luft im Zimmer kalt, und die g des Abzugs-Canals also nicht blofs = 0, sondern so- ativ, weil die Trägheit der in demselben befindlichen e durch den Andrang der im Wärmecanale aufsteigen- rwunden werden mufs. Da das kalte Zimmer als leer nschen und die Luft in ihm als ruhig anzunehmen ist, die warme Luft emporsteigen, die Decke nebst den ı von oben herab erwärmen, allmälig sich den unteren n mittheilen, wonach dann die Wirkung des Abzugs- us dem Negativen durch 0 ins Positive übergehen mufs. hierdurch die Geschwindigkeit der Strömung wächst,

nimmt zugleich die Zeitdauer ab, während welcher die L der Heizkammer mit den Wänden des Ofens in Berührung l sie wird daher weniger erwärmt werden und an Steigkraf lieren müssen, bis beide entgegengesetzte Bedingungen mi ander ins Gleichgewicht kommen. Sobald dieser Zustand getreten ist, also von dem Augenblicke an, dafs das Zi bleibend bei einer mittleren Temperatur erhalten werden geht durch den Ableitungs-Canal ein gleicher Theil Luft der niedrigsten Temperatur der im Zimmer vorhandenen w verloren, als an heifser zuströmt. Insofern also die Gesch digkeit der Strömung der Temperaturunterschiede der im mecanale aufsteigenden Luft und der äufseren direct propo nal ist, der verlangte Effect der Zimmerheizung aber auf gl Weise durch eine höhere Temperatur als durch eine gr Geschwindigkeit der zugeführten Luft erhalten werden kan läfst sich der durch Ableitung der noch warmen Luft veru Mehrbedarf an heifser Luft dadurch mit in Rechnung br dafs man die Geschwindigkeit der Bewegung um so viel g ger annimmt, als sie eigentlich seyn wird, und daher auc den Luftwechsel $t - t' = t''$ dem Unterschiede der Temp am Boden der zu heizenden Zimmer und im Wärmecanale g setzt. Uebrigens folgt aus dieser Betrachtung, dafs bei grofser Kälte mit Rücksicht auf die nicht unbedeutende Luft ge, welche durch die zahlreichen Risse in den Wandunge nes Zimmers entweichen kann, es rathsam sey, den Ab Canal temporär mit einem Schieber zu verschliefsen, und beständigen Wärmeverlust der Zimmer durch den offenen leitungs-Canal zu ersetzen.

Für den praktischen Gebrauch ist es sehr angenehm, erforderlichen Gröfsen, wenn auch nur in genäherten Wer im Voraus berechnet zu erhalten. Es wird indefs von der W heit nicht weit abweichen, und der erforderlichen Constru ganz angemessen seyn, wenn die Temperatur der Luft am den der Zimmer $t = 15°$ C., im Wärmecanale $t' = 40°$ C setzt wird, woraus sich also $t' - t = t'' = 25°$ C. ergiebt. gleiche Weise möge für den ersten Stock die Höhe des C die Heizung im Souterrain vorausgesetzt, = 12 F., im zw = 27 F., im dritten = 40 F. angenommen werden. Mit sen Gröfsen wird der Divisor in der oben gegebenen Forme für den ersten Stock = 75,467; für den zweiten = 113,

ı dritten = 137,78. Um den Werth von m in eben je-
mel zu bestimmen, darf man nur die Quantität von Luft
, welche in 1 Minute um 25° C. in einem gegebenen
: abgekühlt wird[1]. Letztere ist oben Nr. 11 für die am
mittelmäfsig und schlecht verwahrten Zimmer = 35;
42 Par. Cub. F. in 1 Minute gefunden, ohne jedoch bei
n diesen Bestimmungen auf den Verlust durch geöffnete
und Thüren Rücksicht zu nehmen. Weil indefs bei den
nden Bestimmungen die Temperatur der Luft im Wär-
e so geringe angenommen ist, dafs sie leicht bedeutend
steigert werden kann, wodurch dann nicht blofs wär-
ıft ins Zimmer strömt, sondern auch in weit gröfserer
wegen vermehrter Geschwindigkeit der Bewegung, zu
näle aber zu grofse Mündungen erfordern, wodurch die
leicht entstellt werden, so genügt es als normale Be-
g die bisher allezeit angenommene von 35 Cub. F. als
Zimmer von 4032 Cub. F. Inhalt völlig genügend beizu-
. Um endlich für gröfsere Zimmer genäherte Werthe
u erhalten, dient die Nr. 22 gefundene Formel, wonach
meconsumtionen der ⅔ Potenz des Cubikinhaltes dersel-
ortional sind. Nach diesen Elementen ist folgende Ta-
r erforderliche Weite der Leitungs-Canäle in Par. F.,
chen Quadratfufs als Einheit angenommen, berechnet,
der ersten Columne den Cubikinhalt der Zimmer in
n den drei andern aber die Weite des Wärme-Canals
r Fläche des Querschnittes desselben enthält. Dabei

1 ist zwar in Nr. 22 bei der Bestimmung der Gröfsen der
chen Oefen auf die Erwärmung der gänzlich abgekühlten
Rücksicht genommen, und diesemnach die Quantität der zu
den Luft sehr grofs gefunden. Wollten wir jene Luftmenge
ehalten, so würde dieses zu einem aller Erfahrung wider-
n Resultate führen. Allein der Ofen mufs von solcher Grö-
dafs er eine zur Erzeugung einer grofsen Quantität erwärm-
hinreichende Menge Holz zugleich aufnehmen kann, welche
in geraumer Zeit verbrennt, der Luftcanal dagegen mufs nur eine
ite haben, dafs alle jederzeit verbrauchte warme Luft zuströmen
das Zimmer dann völlig erkaltet, so wird gar keine Wärme ab-
sondern sie wird sämtlich verschluckt, bis die Wandungen
sind, und der geforderte Zustand des Gleichgewichts herge-
wozu, wie bei der Ofenheizung eine gewisse gröfsere oder
Zeit erfordert wird.

versteht es sich von selbst, dafs nach dem Bedarf eines Ra ein einzelne Canal oder auch mehrere gewählt werden kön deren Summe dann der in der Tabelle enthaltenen Gröfse gl kommen mufs. Wer aufserdem mit Anlagen dieser Art bek ist, der wird finden, dafs die hier berechneten Werthe mit nen sehr genau übereinkommen, welche die Erfahrung als nügend dargethan hat.

Cub. Inhalt d. Zimmer.	Weite der Canäle 1. Stock	2. Stock	3. Stock.
5000	0,535	0,337	0,293
10000	0,850	0,567	0,465
15000	1,114	0,590	0,610
20000	1,348	0,899	0,739
25000	1,565	1,043	0,857
30000	1,767	1,178	0,968
35000	1,959	1,306	1,073
40000	2,141	1,427	1,173
45000	2,316	1,544	1,269
50000	2,485	1,656	1,361
55000	2,648	1,765	1,450
60000	2,806	1,870	1,537
65000	2,960	1,973	1,621
70000	3,109	2,073	1,703
75000	3,256	2,171	1,783
80000	3,399	2,266	1,862
85000	3,539	2,360	1,938
90000	3,676	2,451	2,014
95000	3,812	2,541	2,087
100000	3,944	2,626	2,160
150000	5,168	3,445	2,831
200000	6,261	4,174	3,429
250000	7,265	4,843	3,979
300000	8,204	5,470	4,494

32. Die Richtung der *Wärmecanäle* kann kein Ge stand weitläuftiger Untersuchung werden. Es ist nämlic sich klar, dafs bei der Berechnung der Bewegungsgesch digkeit der Luft nicht die Länge der Canäle, sondern blofs lothrechte Höhe in Betrachtung kommen kann. Indem f jeder Canal auf seiner ganzen Länge eine gewisse Qua Wärme durch Mittheilung an die Wandungen verliert, so schon keiner aus dieser Ursache auf eine solche Weite fc führt werden, dafs dadurch eine bedeutende Verminderun Geschwindigkeit bewirkt würde. Krümmungen der C

ndere rechtwinklige, sind möglichst zu vermeiden, weil etztere die Geschwindigkeit der Luftströmung leicht bis vermindert werden kann[1]. Sollen mehrere in einer ho- en Ebene liegende Zimmer aus dem nämlichen Canale t werden, so mufs der letztere eine für die erforderli- tmenge und die Geschwindigkeit der Bewegung gehörig ete Weite haben, so viel wie möglich ansteigen und mit ssenen Oeffnungen für jedes Zimmer versehen seyn, deren lem aliquoten Theile der abzugebenden Luft mit Rück- f die erforderliche Geschwindigkeit proportional zu be- ist. Genau genommen müfste der Canal selbst nach jeder eines Theiles seiner zugeführten Luft, mit Rücksicht auf s verminderte Bewegung, enger werden; allein es ist öglich hierüber eine scharfe Berechnung anzustellen, da chiedenen Bedingungen, namentlich der Wärmeverlust al's, auf keine Weise bestimmt gegeben sind. Ueber- ier kann eine Heizung mehrerer Zimmer vermittelst ei- igen horizontalen oder wenig ansteigenden Canales aus Nr. 29 angegebenen Gründen nie mit Sicherheit ange- den, wenn gleich mir selbst und andern mehrere gelun- ispiele dieser Art bekannt sind. Am zweckmäfsigsten ersten ist es auf allen Fall, jedem Zimmer durch einen von der Heizkammer ausgehenden, und durch einen verschliefsbaren Canal die warme Luft zuzuführen, und irculirung die kalte eben dahin zurückzuführen.

Der Ort endlich, wo die Wärmecanäle in den Zim- nden sollen, wird durch verschiedene Bedingungen be- Betrachtet man die Sache zuvor im Allgemeinen, so ssner die Mündungen unter der Decke anzubringen, mann dagegen verwirft dieses, und verlangt, dafs sie g oder gar nicht über den Fufsboden erhaben seyn sol- il die warme Luft ohnehin eine Neigung habe in die Hö- igen. Allein eben weil dieses Letztere der Fall ist, so auch ohne Fortführung derselben in dem Canale die- o mehr thun, als sie durch das Aufsteigen in dem letz- se Richtung ihrer Bewegung schon erhalten hat, und nte vielmehr sagen, dafs sie aus einer nicht weit unter e befindlichen Oeffnung strömend durch den Stofs ge-

[1] enauere Bestimmungen hierüber S. im Art. *Pneumatik.*

gen die ihr dargebotene Fläche wieder herabzusteigen b
würde. Ist gleich auf dieses letztere Argument nicht
bauen, so bleibt doch gewifs, dafs der im Zimmer hi
führte, oder in der einen Wand desselben befindliche C
letzteren einen Theil seiner Wärme abgeben, durch sei
fsere Höhe aber der enthaltenen Luft eine gröfsere Gesch
keit ertheilen wird. Aufserdem lehrt die Erfahrung, c
mit einem Mantel umgebener Ofen dadurch, dafs er di
Luft vom Fufsboden anzieht und oben in die Höhe zu
veranlafst, die unteren Luftschichten zu erwärmen gesch
macht wird. Hierbei erheben sich gleichfalls die warme
schichten mehr als bei der gewöhnlichen Ofenheizung, c
aber ruhen die kalten Luftschichten weniger über der
boden als bei der letzteren, weil durch das Hin- und
strömen der Luft überhaupt eine stärkere Mischung
ben bewirkt wird, als wenn eine solche Ursache der
gung fehlt. Weil aufserdem die kalte Luft durch den
Canal stets abfliefst, so müssen die wärmeren Lufts
hiernach von oben allmälig herabsinken. Indem aber al
ses auch stattfindet, wenn die Mündung des Wärme-Can
hoch ist, so kann die letztere Einrichtung auf allen Fa
schaden, und das Münden der Canäle in gröfserer Hö
selbst unmittelbar unter der Decke nach Meissner n
Regel angegeben werden, wenn es gleich keinen auff
Nachtheil bringt. Meistentheils entscheidet die Locali
diese Frage. In grofsen Fabriksälen, geräumigen Trocke
in ausgedehnten Krankenzimmern, und überhaupt da,
gemeine gleichmäfsige Verbreitung der warmen Luft,
den mit möglichster Ersparnifs bei der Heizung, mehr zu
sichtigen ist als Schönheit und Entfernung jeder Unbequ
keit wird man wohl thun, den Heiz-Canal in der Mitte
erwärmenden Raumes, oder, wenn mehrere solche Ca
forderlich sind, in gleichen Abständen von der Mitte
Wänden nicht weit über dem Fufsboden münden zu
in welchem Falle dann die vorzugsweise zu erwärmen
genstände auf geeigneten Gerüsten neben oder selbst üb
Mündungen gebracht werden können. In Zimmern,
von einzelnen Personen bewohnt werden, macht es i
Fällen keinen Uebelstand, wenn man an einer geeignet
sogar im Fufsboden selbst eine vermittelst einer Klappe

'sende Oeffnung anbringt. In Tanz- und Concertsälen, häusern u. s. w. ist eine solche Einrichtung unmöglich, ›erhaupt müssen allezeit die Mündungen der Heiz-Canäle serer Höhe angebracht werden, wenn man zu fürchten afs zufällig oder absichtlich Sachen in dieselben gelangen n, welche sie verstopfen oder gar auf den Ofen herab- md daselbst mit Verbreitung eines widerlichen Geruches lt werden könnten. Zugleich ist auch dahin zu sehen, im Zimmer befindlichen Personen durch die zu grofse der ausströmenden Luft nicht leiden. Nach allen diesen nicht schwer seyn, in jedem Falle über den schicklichen d die geeignete Höhe dieser Mündungen zu entscheiden. ffnungen der Canäle für die kalte Luft müssen allezeit boden oder in sehr geringer Höhe über ihm, weit ent- on den Wärmecanälen angebracht werden, und beim chsel am besten in der Nähe der Fenster, um die dort am n abgekühlte Luft sofort aufzunehmen und wegzuführen. üde, sowohl die Zuflufs-Canäle für die warme Luft als ie Abführungs-Canäle der kalten Luft zweckmäfsig mit rn versehen werden, um die Stärke der Strömung erfor- m Falls zu reguliren, oder dieselbe ganz aufzuheben, nahe bei der Sache, dafs es kaum einer besondern Er- ig bedarf. Endlich lassen sich die Mündungen beider f verschiedene Weise, z. B. in den Gesimsen, den Lam- u. s. w. maskiren oder auf eine den zu erwärmenden Räu- gemessene Art decoriren, worüber man aber hier keine ige erwarten wird. Weniger zur Schönheit als zum Nuz- hört aber noch eine solche Einrichtung, wenn man die canäle mit den erforderlichen Klappen versieht, um ihre ng in den Zimmern zu verschliefsen und zugleich eine ins Freie zu öffnen, auf den Fall, dafs in der Heizkam- uch entstehen sollte, dessen Eintritt in die Zimmer zu n wäre, wobei diese Vorrichtung zugleich auch dazu die- nte, einer Ueberheizung der Zimmer sofort zu begegnen. em Falle dürfen die Canäle für die warme Luft nur bis an ur Aufnahme der überflüssigen Wärme und des etwa ent- len Rauches schicklichen Ort fortgeführt, für gewöhnlich t einer Klappe versehen werden, welche sie abschliefst, und t nöthigt in die Zimmer zu strömen, worüber es keiner be- n Vorschriften bedarf. Die Verschliefsung der in die

Zimmer gehenden Mündungen kann sehr leicht durch eine f
Fig. chene Rosette bewerkstelligt werden, deren Blätter *a*, *a*, *a*
69. die Oeffnungen a, a, a .... entweder bedecken oder offen l
sen. Bei dieser Einrichtung muſs jedoch dahin gesehen wer
daſs die Summe der Oeffnungen a, a, a mehr beträgt, als
Querschnittsfläche des Canals, weil die Geschwindigkeit
Luftbewegung durch die Engigkeit dieser einzelnen Räume
deutend vermindert wird.

34. Zum Beschluſs endlich lassen sich den bisherigen U tersuchungen über die beiden zuletzt betrachteten Heizmetho noch folgende Bemerkungen hinzufügen. Meissner räumt Luftheizung einen entschiedenen Vortheil ein, weil sie eine deutende, selbst 30 pC. noch übersteigende Ersparung an Bre material erzeugen soll, und diese Behauptung sucht er d amtlich attestirte Ergebnisse vergleichbarer Versuche zu be sen. Die von ihm bekannt gemachten Zeugnisse hierüber allerdings von der Art, daſs es eben so sehr gegen die histo sche Kritik als gegen das Vertrauen, welches öffentliche Beh den verdienen, anstoſsen würde, wenn man sie im mindes bezweifeln wollte, und dieser Umstand hat sicherlich viel da beigetragen, die Aufmerksamkeit auf die so sehr gepriesene Hei methode allgemein zu erregen. Inzwischen streitet jene Be hauptung durchaus gegen die Theorie, indem bei gleich zwec mäſsiger Construction der nämliche Ofen in einer Heizkamm aus einer gleichen Quantität Brennmaterial doch nicht mehr Wär me geben kann als im Zimmer selbst, im ersteren Falle aber v der erzeugten Menge allezeit ein gewisser Theil durch die Hei kammern selbst und die Canäle verloren werden muſs. Aus die sem einleuchtenden Grunde habe ich selbst gleich nach der Be kanntwerdung der Schrift von Meissner[1] nachgewiesen, daſs unbeschadet der Aechtheit der ausgestellten Certificate aus der ge naueren Berechnung der angegebenen Gröſsen bei weitem ein so groſser Vortheil durch Holzersparniſs für die Luftheizung nicht hervorgeht, als Meissner gefunden zu haben glaubt, Wagemann aber entscheidet diese Frage noch bestimmter indem er sagt, die angegebenen Versuche bewiesen bloſs, daſs man es in einer zweckwidrigen Construction der Oefen allerdings sehr weit

1 S. Meine Beurtheilung der 3. Aufl. in Heidelb. Jahrb. d. Lit. 1826. Nr. XII.

n könne. Seitdem sind die Versuche ausnehmend ver-
igt, und daraus ergiebt sich denn mit der Theorie völlig
ıstimmend, dafs die Luftheizung nicht blofs keine Erspar-
Brennmaterial giebt, sondern vielmehr bei gleich zweck-
:r Construction beider Heizarten einen Mehrbedarf als die
e Ofenheizung erfordert, insbesondere wenn sie für den
chsel eingerichtet ist. Blofs mit stark ziehenden und nicht
lich genau verschliefsbaren Windöfen verglichen könnte
r Hinsicht ein Vortheil auf die Seite der Luftheizung fal-
d aufserdem ist man bei der Construction der Zimmeröfen
Rücksichten auf das Aesthetische und die Vermeidung ei-
starken Wärmestrahlung gebunden, so dafs sie nicht al-
insichtlich auf vollständiges Verbrennen des Heizmate-
d Abgeben der hierdurch erzeugten Wärme namentlich
rnen Oefen für sehr grofse Zimmer auf gleiche Weise
näfsig seyn kann, als bei der Luftheizung, und in sofern
auch der Ausspruch von WAGENMANN gerechtfertigt,
r sagt: „Ein eiserner Ofen erwärmt das Zimmer gleich-
ger, wenn er in der Heizkammer, als wenn er frei im
er steht, und defshalb kann er im ersteren Falle, beson-
in hohen Zimmern, eine behaglichere Temperatur mit
icher Ersparung an Brennmaterial hervorbringen." Wirk-
Ersparung und sonstige überwiegende Vortheile gewährt
ftheizung für Trockenstuben, weil sie die Dämpfe gänz-
führt, eine an sich so leicht begreifliche Sache, dafs sie
weiteren Erläuterung bedarf, und es sollte daher billig
Trockenanstalt (für Schiefspulver ausgenommen) mit einer
n als der Luftheizung eingerichtet werden. Entschieden
ilhaft ist sie ferner für Fabrik- und Kranken-Säle u. s. w.,
e stete Ventilation nothwendiges Bedürfnifs ist, und sie
n den beiden genannten Fällen durchaus für den Luftwech-
gerichtet seyn. Aufserdem giebt sie eine allgemeiner ver-
e milde und angenehme Wärme, kann also auch da ange-
werden, wo es auf einen gröfseren Verbrauch von Brenn-
al nicht so sehr ankommt, und man die Camine von den
n zu entfernen wünscht. Ungewöhnlich grofse Säle sind
gemeine Oefen entweder gar nicht, oder nur unvollkom-
n erwärmen, den Uebelstand abgerechnet, welchen der
k colossaler Oefen darbietet, und hier ist daher die Luft-
g abermals geeignet. In Strafanstalten und Irrenhäusern

will man oft eine Menge Zimmer so heizen, dafs die Bew keinen Zutritt zu den Feuerstätten haben können. Wähl hier Luftheizung, so ist vor allen Dingen dahin zu sehen die Communication der Röhren keine unangenehme Fortfü des Schalles erzeugt, ein Umstand, welchem vollständig b net werden mufs, wenn diese Heizmethode daselbst übera lässig seyn soll; wie dieselbe aber in jedem einzelnen Fall zurichten sey, darüber sind die Regeln im Vorhergeh vollständig enthalten.

35. Aufser den drei genau beschriebenen Arten der zung hat man noch die Dampfheizung und die Caminhei Von der ersteren ist indefs an einem anderen Orte[1] geha und was dort nicht vorkommen konnte, nämlich die Bestim der zur Erwärmung eines Zimmers von gegebener Gröfse derlichen Menge von Wasserdampf, kann oben aus N entnommen werden. Vergleicht man dieselbe mit der und Luft-Heizung, so ist vor allen Dingen zu berücksich dafs sie ein sehr grofses Anlage-Capital an Heizkessel und ren erfordert, und mit der Luftheizung den Nachtheil g hat, dafs alle Zimmer nicht geheizt werden können, wen Theil der Vorrichtung der Ausbesserung bedarf. Dagege währt sie den Vortheil, dafs die Anlage eine vortheilhaft nutzung des Brennmaterials gestattet, die Heizröhren durch rere, auch horizontal liegende Zimmer fortgeführt werden nen, indem selbst das aus dem Dampfe niedergeschlagene ser und der Dampf unter der Siedehitze noch eine bedeu Menge Wärme abgeben, dafs die Dampfröhren eine ab Sicherheit gegen Entzündung gewähren, die Bereitung des pfes oder der Heiz-Apparat für die Bewohner des Hauses gänglich gemacht werden kann, ohne die unangenehme Mi lung des Schalles, welche die communicirenden Luft-Can leicht erzeugen, zur Folge zu haben, und dafs endlich Vorrichtungen angebracht werden können, um in den ver denen Stockwerken zum ökonomischen Gebrauche stets w Wasser vorräthig zu haben. Auf dem Continente hat ma defs mit dieser Heizart noch nicht Versuche genug ange um auf deren Ergebnisse ein genügendes Urtheil zu gr und namentlich die Frage zu entscheiden, ob der Dampf n

1 S. *Dampf* Th. II. S. 406.

t bis zum zweiten oder dritten Stockwerke hinaufgeleitet kann, und diese Frage läſst selbst das ausführliche Werk EDGOLD[1] ohne genügende Beantwortung. In Treibhäuser, wo die Luftheizung wegen zu groſser Austrocknung nzen unzulässig ist, kann die Dampfheizung mit Nutzen cht werden, vielleicht sogar ohne Röhrenleitungen durch Eintritt des heiſsen Dampfes. Die Caminheizung endrgehe ich ganz; sie ist mehr ein Gegenstand des Luxus zweckmäſsigen Zimmerheizung, und giebt zu wenig bei groſsem Verbrauche von Brennmaterial, als daſs sie mit Nutzen und Sicherheit angewandt werden könnte. LD[2] nimmt an, daſs die Caminheizung dreimal so viel terial koste als jede andere Heizung, und ich glaube, es Verhältniſs auch bei vortheilhafter Construction der noch eher zu geringe als zu groſs ist.

M.

Heliometer.

liometrum; Héliomètre; *Heliometer.* Eigentnstrument zur Messung der Sonne, nämlich zur Abihres scheinbaren Durchmessers; eben deshalb aber ein t, welches zur Messung und zwar zur sehr genauen kleiner Winkel überhaupt geeignet ist.

BUER ist zwar nicht der erste, welcher ein Instrument, noch gebräuchlichen ähnlich, vorgeschlagen hat; aber es zuerst angewandt zu haben, und hat es erfunden, wissen, daſs ein Vorschlag ähnlicher Art schon früher war. Er bemerkt, daſs die bis dahin üblichen Mikrogröſsere Gegenstände, wie die Sonne zum Beispiel ist, auigkeit geben können, weil es unmöglich ist, beide n einander entfernte Ränder zugleich mit vollkommeichkeit zu sehen. Die Beobachtung des Durchmessers, enkrecht auf den Aequator ist, lasse sich zwar so eraſs man den Himmelskörper zwischen zwei parallelen

---

iciples of Warming and Ventilating cet. Lond. 1824. 8. d's Grundsätze der Dampfheizung u. s. w. von O. B. Kühn. L. des Ueb. Leipz. 1826. 8.

ib. Phil. Journ. XXIV. 263.

Fäden, denen man gerade die gehörige Distanz gegeben hin gehen lasse, und der dem Aequator parallele Durchm lasse sich durch den Antritt an Fäden, welche senkrecht die tägliche Bewegung sind, vermittelst der Zeit bestim aber beides gebe nicht die Genauigkeit, die man hier zu chen wünschen müsse. Das von ihm vorgeschlagne Heli ter oder Astrometer beruhet auf folgender Betrachtung. V
Fig. 70. AB das Objectivglas eines Fernrohres ist, so giebt der Ge stand, welcher unter dem Sehewinkel PCQ erscheint, Brennpuncte ein Bild pq. Brächte man nun ein zweites jectiv BD so an, dafs die Axe desselben der Axe des vor parallel wäre, so erhielte man das Bild desselben Gegensta noch einmal, und aus der bekannten Stellung der Gläser li sich die Lage beider Brennpuncte, also der Abstand qq' der den, einem gleichen Puncte angehörenden Bilder berech mithin auch der Sehewinkel bestimmen, unter welchem qq' d das Augenglas erscheint. Ist also eine Schraube an dem nen Objective so angebracht, dafs sie nicht blofs die S lung desselben zu ändern, sondern auch den Abstand der l telpuncte beider Objective zu messen dient, so kann ma dieser Schraube auch den Abstand der beiden Brennpuncte einander ablesen, und dadurch den Winkel jedesmal ken unter welchem der Abstand correspondirender Puncte be Bilder dem Auge erscheint, welches durch das Ocular si und wenn man nun der Schraube die Stellung giebt, dafs einen Bildes höchster Punct q' mit dem tiefsten Puncte p des dern zusammenfällt, dafs sich die gesehenen Bilder berüh so ist diese Entfernung der Brennpuncte, oder vielmehr de entsprechende scheinbare Abstand der beiden Brennpuncte einander gleich dem scheinbaren Durchmesser des Gegensta

Bouguer bediente sich zweier gleicher Objective vo Fufs Brennweite. Um die Bilder einander näher rücken zu nen, schlägt er vor, Objectivgläser von kleiner Oeffnung vorzüglich für die Beobachtung der Sonne recht gut hinrei anzuwenden[1].

Servington Savery hatte schon früher (1743) der doner Societät einen ganz ähnlichen Vorschlag vorgelegt aber nicht beachtet zu seyn scheint und erst 1753 bekann

1 Mém. de l'acad. de Paris pour 1748. p. 25.

wurde[1]. Dieser schlug vor, Stücke von zwei ganz glei-
bjectivgläsern oder Hohlspiegeln auf die oben erwähnte
gebrauchen.

olLond machte den Vorschlag[2], zur Abmessung solcher
d ein Objectivglas in zwei Hälften zu theilen und diese
n zwei Schiebern befestigt, so von einander zu entfernen,
die Messung fordre. Er bemerkt dabei, daſs die Bilder
ben so gut, nur minder lichtvoll erscheinen, und daſs man
älften also rechtwohl gebrauchen könne. Man müsse von
llung, wo sie vereinigt nur ein Objectiv bilden, ausge-
nn den genauen Abstand der beiden Mittelpuncte, wie
der Abmessung statt finde, bestimmen, und daraus in
dung mit der Brennweite den Winkel, den man durch
bachtung bestimmen wolle, berechnen.

ieser Gebrauch der beiden Hälften desselben Objectivs hat
rzug, daſs man gewiſs bei beiden eine gleiche Brenn-
at, und daſs die Mittelpuncte der Gläser einander sehr
bis zum Zusammenfallen nahe gebracht werden können.
e Einrichtung des Instruments ist in neuerer Zeit vor-
durch Fraunhofer ungemein vervollkommnet wor-
dem nicht nur an den von ihm oder jetzt wenigstens
iner Anordnung verfertigten Instrumenten die Mikrome-
be den höchsten Grad von Genauigkeit hat, sondern
e Stellung des Objectivs in jede Richtung möglich ist,
ch aber durch multiplicirte Messung gröſsere Genauig-
eicht wird, und in Hinsicht der Stellung des Oculars
alle Berichtigungen statt finden, deren man irgend bedarf.

Fraunhofer's Heliometer.

die Uebersicht dessen, worauf es hier hauptsächlich
t, zu erleichtern, bleibe ich zuerst bei dem Fernrohre
Die Figur zeigt bei AB und bei CD die beiden mes- Fig. 71.
Fassungen oder Schieber, in welchen die beiden Ob-
älften befestigt sind. Jede derselben kann durch eine
e, deren Köpfe man bei A und C sieht, höher oder nie-
gestellt werden, und indem dadurch die an diesen Fas-

[1] Phil. Trans. Vol. XLVIII. Part. I. for the Y. 1753. p. 167.
[2] Phil. Tr. Vol. XLVIII. P. I. for 1753. p. 178.

sungen befindlichen Theilungsstriche an dem feststehenden In-
dex vorbei rücken, ist man im Stande die gegenseitige Stell
der Mittelpuncte beider Objectivhälften abzulesen. Stehen b
Theilungen, die nämlich den beiden verschiedenen Hälften z
gehören und die durch die beiden Schrauben, deren Köpfe m
bei A und C sieht, regiert werden, auf einer gleichen Th
lungszahl, so fallen die Mittelpuncte beider Objectivhälften
sammen und die beiden Bilder decken einander; stehen sie n
auf gleichen Theilungszahlen, so giebt die Differenz zu
an, um wie viele Mikrometertheile sie von einander entf
sind, woraus dann, wie nachher gezeigt werden soll,
scheinbare Gröſse des Abstandes berechnet wird.

Die Schrauben, welche sich mit ihrem Ende auf den
sten Theil, woran der Index sich befindet, aufstützen, sind
der allergröſsten Sorgfalt geschnitten, so daſs nicht bloſs
Schraubengänge unter sich ganz gleich sind, sondern selbst
des Hundertstel einer Umdrehung noch ein gleiches Fortschr
bewirkt. Man liest daher nicht bloſs an der Scale, welche
Figur zeigt, die Anzahl der ganzen Schraubendrehungen
sondern an dem Kopfe A der einen Schraube ist der Umfang
100 Theile getheilt und ein Zeiger giebt an, wie viele Hund
stel einer Drehung noch auſser den ganzen Umgängen statt
funden haben. Der andre Schieber hat eine solche mikrome
sche Theilung nicht. Beide Schrauben gehen in Hohlschrau
(Schraubenmüttern), die in den Schieber beider Objectivhälf
eingeschnitten sind. Daſs diese Schraubengänge auf das
naueste in einander passen müssen, damit eben so wenig
Klemmen als ein todter Gang stattfinden könne, versteht
von selbst; der todte Gang wird dadurch gehindert, daſs
nicht einige wenige Schraubengänge sind, in deren Höhlung
die Schraube geht, sondern eine hinreichende Anzahl, um d
sicheren Gang zu bestimmen. Da die Schraube sich unten au
stützt, so erhellet, daſs das Heben der beweglichen Fassung so
gleich anfängt, wenn die Drehung der Schraube es zu bewirk
strebt; damit aber auch beim entgegengesetzten Drehen sogleich
das Herabschieben anfange, hat die Schraube auch noch ob
einen sich anstemmenden Ring, so daſs sie sich weder heb
noch senken kann, und deshalb die bewegliche Hohlschraub
sogleich hinab oder hinauf drängt, sobald man zu drehen an
fängt. Die Drehung dieser Mikrometerschraube wird durch d

ten Räder E und F bewirkt, und diese setzt der Beobachndem er die Scheibe G, H, dreht, auf eine bequeme in Bewegung.

ie beiden Objectivhälften sind beide beweglich und daruht die Möglichkeit multiplicirend zu messen. Befinden im Anfange der Beobachtung beide Theilungen auf einem n Puncte der Scale, so sieht der Beobachter im Fernrohre genstand, einen Planeten zum Beispiel, nur einfach; er t jetzt die eine Objectivhälfte fort, und sieht nun zwei och zum Theil deckende, beim Fortschrauben immer aus einander rückende Bilder, die er so weit aus einangt, daſs sie sich nur grade noch berühren. Lieset er t der Scale AB und der Schraube A ab, so findet er 75 Umgänge der Schraube, und dieses wäre der einmarchmesser in Mikrometertheilen. Um den mehrmaligen esser zu erhalten, läſst der Beobachter jetzt diese erste e unberührt, dreht aber dagegen die andre Schraube und s eine Bild dadurch über das andre weg, bis wieder nander berühren; dann läſst man die zweite Schraube in llung, dreht die erste wieder nach eben der Richtung hin, fort, läſst so die Bilder nochmals zur Berührung , und lieset abermals ab; man wird die Schraube um gänge fortgerückt finden, also den dreifachen Durch= 2,25 Mikrometertheilen angeben. Wird nun wieder e Schraube bis zur Berührung der Bilder an der ante, dann wieder die erste bis zur neuen Berührung ht, so hat man abermals den doppelten Durchmesser mmung des Fortrückens der Schraube, und die abgeled müſste nun den fünffachen Durchmesser = 3,75 and so ferner. Daſs es sich so verhält, ist leicht zu überenn als die Schrauben gleich standen, deckte das Bild ld B; beim Fortrücken der ersten Schraube nahm das die Stellung A ein, und B blieb ungeändert, der Ab- Fig. 72. ist gleich einem Durchmesser; beim Drehen der zweiaube rückte B nach B′, beim abermaligen Fortrücken n Schraube kam A nach A′, und ac gab den dreimalichmesser an, und so ferner. Daſs diese multiplicirenden gen den Vortheil gewähren, die zufälligen Fehler jeder n Messung auszugleichen; ferner, daſs man nicht nö nach jeder Messung einzeln abzulesen, daſs dieses aber

nützlich ist, um den Fehler, welchem jede einzelne M unterworfen ist, kennen zu lernen u. s. w., ist wohl b genug.

Ich habe bisher nur den Haupttheil dieses multiplici Heliometers erklärt, und seinen Gebrauch gezeigt; jetzt l ich zu der Drehung des Objectivs. Wenn man bloſs die I messer genau kreisförmiger Gegenstände messen will, s es einerlei, ob sich die beiden Objectivhälften in einer a Aequator senkrechten oder schief dagegen geneigten St fort bewegten; aber gesetzt man wollte den Abstand zwei sterne von einander, oder den Axendurchmesser eines m sphäroidischen Planeten u. s. w. messen, so müſste man d jectivhälften in die Stellung bringen, daſs das Bild des Sternes gerade auf den andern zu ginge, wenn man die S ben dreht, oder daſs die Berührung der beiden Planete genau am Pole des Planeten statt fände, und deshalb ist d jectiv mit den gesammten bisher beschriebnen Theilen um c
Fig. 71. des Fernrohrs beweglich. Der ganze Apparat ABCD wird eine fest andrückende Sperrung fest gehalten, hebt ma diese aus, so kann man mit der Hand die Drehung um d des Fernrohrs zu Stande bringen, und indem man den sp den Hebel wieder eingreifen läſst, auch ein leises Fortrück Hülfe einer Schraube bewirken. Damit aber dann zugle zur Drehung dienenden Stangen G, H die richtige Stellung ten, löst man zugleich die Schraube, die den Ring IK f und giebt ihnen durch Drehung dieses Ringes die mit der A Fernrohrs parallele Lage. Bei der hier in der Figur darge Anordnung hat die Drehung des Objectivs noch die Unbe lichkeit, daſs der Beobachter jedesmal das Beobachten unterb und zum Objectiv hingehen, oder einen Gehülfen habe um dieses in den richtigen Stellungswinkel zu bringen, u dieser sich nicht sogleich, oft erst nach wiederholten Be gungen genau erhalten läſst, so wird dadurch die Beoba bedeutend gestört; es ist daher bei den neueren in der Utz der'schen Officin verfertigten Heliometern auch zur Dreh Objectivs, zum Fortschrauben der Schraube, welche die Drehung bewirkt, eine solche Einrichtung gemacht, d Beobachter, ohne sein Auge vom Oculare zu entferne richtigen Stellungswinkel des Objectivs erhalten kann. I Objectiv diese erreicht, so liest man auf der an der Fass

rs angebrachten Theilung die Grade und Minuten des
;swinkels ab; der Nonius giebt diese bis auf 6 Minuten
3 Minuten lassen sich noch durch Schätzung angeben.
l dieses Kreises liegt so, dafs bei richtiger parallakti-
ıfstellung des Instruments der Positionswinkel = 0 an-
lafs beide Gegenstände in demselben Declinationskreise
Diese bis jetzt beschriebenen Stücke sind zwar die zur
r wesentlichsten des Instruments; aber um die hier beab-
Genauigkeit zu erhalten, mufs auch das Ocular nach
h verschiedene Stellungen einnehmen. Indem man näm-
rst eine der Objectivhälften und sodann auch die andere
Stellung, wo beide die Mitte des Rohres einnehmen,
, rückt man ihren Brennpunct von der Axe des Rohres
ıd des Oculars Brennpunct fällt nun nicht mehr mit den
die man deutlich zu sehen verlangt, zusammen. Es
ıer auch das Ocular fortgerückt werden, und um die ver-
re Fassung desselben, den Ocularschieber, fortzubewe-
nt die Schraube, die man bei L sieht, die nämlich dazu
t ist, das Ocular eben so weit vom Mittelpuncte zu entfer-
das zu beobachtende Bild davon entfernt ist. Und damit
ıtfernung nach der richtigen Seite hin statt finde, kann
'Ocular mit seiner ganzen Fassung um die Axe des Rohrs
werden, wobei eine Gradtheilung den Stellungswinkel
wie beim Objective angiebt.
n Anfange der Beobachtung mufs man also nachsehen,
hem Theilungspuncte die Hälften des Objectivs stehen,
welchen Stellungswinkel das Objectiv gestellt ist; auf
n Stellungswinkel bringt man den Index des Oculars
nfache Drehung mit der Hand, und schraubt nun die
ı L so fort, bis die Theilungsscale die Lage des Oculars
ıngiebt, wie man die der einen Objectivhälfte gefunden
Man stellt nun die Beobachtung an, und schraubt des-
zweite Objectivhälfte fort, soweit es nöthig ist. Um
ıau dem Zwecke gemäfs zu verfahren, mufs man, nach-
die erforderliche Stellung beider Objectivhälften nahe
;efunden ist, das Ocular auf die Stellung, welche der
ischen den Stellungen beider Objectivhälften entspricht,
und dann erst, indem man den zu beobachtenden zu-
reffenden Punct beider Bilder in die Mitte des Feldes
nit völliger Genauigkeit das Zusammenfallen der Puncte,

deren Distanz bestimmt werden soll, sorgfältig beobach
Will man die Beobachtung repetirend anstellen, so hat
nicht nöthig, die Gröfse des gemessenen Winkels schon je
der Scale des Objectivs abzulesen, sondern man schraubt
die erste Hälfte des Objectivs fort, bis, wie vorhin ge
wurde, das eine Bild durch das andre hindurch gerückt ist.
dann liest man oben die veränderte Stellung der ersten Obje
hälfte ab, welches jedoch nur in ganzen Theilen der Scale,
Rücksicht auf die Hunderttel, welche die Randtheilun
Schraube angiebt, zu geschehen braucht; dieser veränd
Stellung gemäfs rückt man das Ocular mit der Schraube
zu eben dem gehörigen Theile der Scale fort. Man wied
dann die ganze Beobachtung, indem man die Objectivh
nach eben der Richtung, wie vorhin, weiter fortschraubt;
nach einmaliger Messung abermals das Ocular auf den rich
Stand, und fährt so fort, so oft man die Wiederholung für
thig hält, oder die Grenze der Scale es erlaubt. — Ist di
messende Gröfse sehr klein, so hat man nicht gerade bei j
Abstandsmessung nöthig, das Ocular auf die genaue veränd
Stellung zu bringen, sondern kann die Messung wiederho
indem eine wenig vom Focus des Oculars abweichende Stell
des Bildes keinen Nachtheil bringt, und deshalb auch die S
des Oculars nur die ganzen Theile der das Objectiv regieren
Mikrometerschraube, nicht die Hunderttel derselben, angieb

Was die Aufstellung des Instruments betrifft, so ist di
so eingerichtet, dafs man mit parallaktischer Bewegung den
mal im Felde aufgefundenen Stern verfolgen, oder selbst
Hülfe der angebrachten Rectascensions- und Declinationskr
jeden seiner Lage nach bekannten Stern in die Mitte des Fel
bringen kann.

Damit man die gehörige Stellung erhalten könne, läfst si
das ganze Instrument um eine in der Säule S T herabgehen
Axe drehen. Diese Säule wird vertical gestellt, und da sie sen
recht gegen beide in U, V, angebrachte Wasserwaagen ist,
erreicht man die verticale Stellung dadurch, dafs man di
Schrauben W, X, Y, auf ihren festen Unterlagen ein wenig dre
und dadurch ein Heben oder Senken so lange, bis die Nivea
richtig stehen, bewirkt.

Gegen diese nun vertical stehende Axe hat die Axe MN d
feste Lage, welche die Polhöhe des Ortes fordert. Die Fig

igentlich nur eine der Stangen MN, deren zwei die Ge-
richte bei d tragen, und zwischen denen die eben er-
Axe liegt. Diese Gegengewichte sind bestimmt, dem
, jenseits des Stützpunctes liegenden Theile des Instru-
las Gleichgewicht zu halten; sie lassen sich verschieben
in feststellen, wenn die Aequilibrirung stattfindet. Wenn
ese Axe MN der Welt-Axe parallel stellen will, so
ian, durch Drehung des ganzen Instruments um die
-Axe ST, jene in den Meridian und das Ende M nach
bringen. Wenn diese Stellung einmal berichtigt ist, so
an wohl am liebsten die verticale Axe vermittelst der
stimmten Schrauben feststellen; wäre es jedoch nöthig,
rument in andern Stellungen zu gebrauchen, so kann
eses stattfinden, nur würde man Sorge tragen müssen,
lung leicht und genau wieder erhalten zu können.
enn MN der Welt-Axe parallel festgestellt ist, so läſst
Fernrohr um zwei Axen in Rectascension und Declina-
bewegen. Das Fernrohr wird nämlich erstlich mit dem
laran befestigten Apparate um die Axe MN gedreht, und
is, dessen Rand man rechts von M sieht, giebt die
und Grade an, um wieviel das Fernrohr in gerader
ung vom Meridiane entfernt ist. Die Drehung des Fern-
i diese Axe geschieht theils, indem man die in die Rand-
ngreifende Schraube ohne Ende aushebt, mit freier Hand,
idem man sie wieder eingreifen läſst, durch die bei R
Lenkstange, mit welcher man die Schraube ohne Ende
:. So wie das Fernrohr in der Figur dargestellt ist, hat
ichtung nach dem Nordpole und würde diese behalten,
an es auch den ganzen Kreis bei M durchlaufen lieſse.
s aber auch jede andre Stellung in Declination erhalten
dient zweitens die Axe, welche den Mittelpunct des
O senkrecht trifft. Diese Axe bleibt bei jeder Drehung
erste Axe stets in der Ebene des Aequators; erhält aber
rohr, um sie gedreht, verschiedene Stellungen, so zeigt
x auf dem Kreise O die Declination des Parallelkreises
welchem nun das Fernrohr gerichtet ist. Die Drehung
hnlich der vorigen, durch die Lenkstange P bewirkt.
reise bei O und M geben die Stellung mit Hülfe des No-
auf 20 Sec. im Bogen an. Um einen Stern in der Mitte
rohrs zu haben, stellt man vermöge der Drehung des-

selben den Index des Declinationskreises auf die richtige. berechnet dann für den Augenblick der Beobachtung die R scension der Mitte des Himmels und giebt dem Index des R scensionskreises die Stellung, welche der Entfernung des nes vom Meridian zu jener Zeit gemäſs ist.

Der die Declination angebende Kreis ist mit dem l rohre fest geschraubt; seine stählerne Axe geht in cylindrischen Fassung bis zu der Stelle, wo man in de gur die zwei Ringe mit den vielen Löchern sieht. Diese cher sind dazu da, um den Schraubenschlüssel einzuse und die Stellung in Declination fester zu stellen, wen etwa locker werden sollte. Eine ähnliche Vorrichtung i der Axe der Rectascensionsstellung. Hinter dem Ende ner Axe befindet sich zwischen b und c ein groſses Geg wicht an die Declinations-Axe angeschraubt, welches sic der Drehung in Declination mit drehet, und wohl nicht bestimmt ist, das Gleichgewicht mit zu bewirken, sondern eine gleichförmigere Reibung bei dieser Drehung zu bew Mit der Fassung der Declinations-Axe parallel gehen zwei gere Stangen, deren eine man mit dem an ihrem Ende a brachten Gegengewichte a in der Figur deutlich sieht, di dre liegt hinter dieser; die von ihnen getragenen Gegengew sind vorzüglich bestimmt, das Fernrohr im Gleichgewich halten, und können, damit dieses erreicht werde, in den tigen Stellungen festgeschraubt werden. Die kleinern Geg wichte b, c, stehen seitwärts, so daſs die Linie bc senl gegen die durch die Axe und die beiden groſsen Gewich legte Ebene ist; sie dienen, das Gleichgewicht in allen ver denen Lagen des Fernrohrs zu berichtigen.

Ist das Instrument fest und parallaktisch aufgestellt, s darf es eines Drehdachs, dessen Spalte dahin gebracht wird hin man das Fernrohr richten will.

Die Figur zeigt hinreichend, daſs nach den gegebene läuterungen das Fernrohr jede Stellung in Rücksicht a Stundenwinkel und in Rücksicht auf die Declination er kann, indeſs giebt es einige Puncte, die nicht wohl beob werden können, weil das Fernrohr nicht bei jeder Declina stellung, ohne anzustoſsen, den ganzen Rectascension durchlaufen kann. Beobachtungen um das Zenitl sen sich nur llen, da das Ocular sich dan

las Fufsgestell herabsenkt. Dafs das Fernrohr, indem es ais M durchläuft, nicht über der verticalen Säule bleibt, sich bald an der einen, bald an der andern Seite derselindet, hat bei der guten Aequilibrirung keinen Nachur bei sehr nahen Gegenständen müfste man an eine Reauf das Centrum denken.

Gebrauch des Instruments.

gleich schon die Beschreibung des Instruments auch über rauch desselben Manches lehrt, so mufs ich doch hierd über die Berichtigung des Instruments selbst noch etiaueres sagen.

habe bei der Beschreibung angenommen, dafs die beiften des Objectivs mit aller Genauigkeit so stehen, dafs nnpuncte zusammen fallen, sobald man beide auf gleiilstriche der Scalen stellt; aber dieses ist nicht immer, sondern sehr oft sieht man, indem man durch Fortm der einen Objectivhälfte das eine Bild durch das anlurch zu führen sucht, dafs die Bilder neben einander gehn, ohne sich ganz zu decken. Diese Unrichtigkeit tellung beider Objectivhälften ist desto nachtheiliger, je die Winkel sind, die man abzumessen gedenkt; denn in z. B. den Sonnendurchmesser abmessen will, so wird ihrung der Bilder noch sehr genau richtig zu beobachten wenn auch die Brennpuncte beider Objectivhälften um Secunden von einander entfernt sind; aber für die nur 15 Sec. betragende Distanz zweier Sterne ist jener Abhon eine Gröfse, die die Abstands-Messung und den swinkel in hohem Grade unrichtig machen würde. Ob usammentreffen der Brennpuncte stattfindet, untersucht besten, indem man Fixsterne bei Tage oder sehr feine acte oder dunkle Puncte im Monde beobachtet; bei Nacht ie Fixsterne schon zu viel Glanz um sich, und gestatten icht, zu bemerken, ob die Bilder strenge in einen Punct enfallen. Zur Correction dieses Fehlers sind Schrauben 'assung des Objectivs angebracht, durch welche man die r einen Objectivhälfte so mufs zu verändern suchen, dafs älften nur einen einzigen Brennpunct haben, und diese gung kann nur dann für alle Puncte der Scale oder für

jede Stellung der Mikrometerschrauben stattfinden, wenn
Hälften sich genau parallel und so bewegen, dafs ihre b
Brennpuncte immer in einer Parallele zu dieser Richtung
liegen.

Auch auf einen zweiten Fehler, welchen das Instru
haben kann, mufs man achtsam seyn. Obgleich an den F
hofer'schen Instrumenten die Sorgfalt, womit die Schraube
schnitten sind, und die vielen in einander eingreifenden G
der Schraube in die Hohlschraube keinen todten Gang zul
so kann es doch seyn, dafs beim Anfange einer entgegeng
ten Drehung der Schraube diese nicht im ersten Augen
schon anspricht. Eigentlich sollen die beiden Stemmunge
welche die Schraube sich oben und unten andrängt, so
die gehörige Entfernung von einander haben, dafs die Sch
auch nicht um das Mindeste gedreht werden kann, ohne
Bewegung zu setzende Objectivhälfte zu verrücken; aber da
auf Hunderttel eines Schraubenganges ankommt, so ist es
zu erwarten, dafs die beim Umdrehen nach *einer* Richtun
gen die untere Stemmung gedrängte Schraube sich sogleich,
diese um das Geringste zu verlassen, an die obere Stem
andrängen werde, wenn man die Schraube um etwas we
nach der entgegengesetzten Richtung dreht. Bemerkt man
dafs bei diesem Wechsel ein auch noch so kleiner Zwische
ist, (und man bemerkt dieses sehr deutlich an dem nicht so
eintretenden Fortrücken des einen Bildes relativ gegen das a
so mufs man es sich zum Gesetze machen, nie durch ein
drehen nach abwechselnd verschiedenen Richtungen die
in die gehörige Stellung der Deckung oder Berührung zu
gen, sondern allemal bei einer ganzen Reihe von Beoba
gen die Schraube nur nach *einer* Richtung zu drehen, un
ses, wenn die richtige Stellung nahe erreicht ist, so vor
zu thun, dafs man nie über die richtige Stellung hinaus ko
und einer rückgängigen Bewegung bedürfe.

Um die übrigen kleinen Unrichtigkeiten des Instrumen
nau kennen zu lernen, hat Hansen[1] statt eines blofsen F
kreuzes vier Faden in einen Ocular-Einsatz eingespannt,
davon sind in der Richtung des Schiebers, zwei in eine

1 Ausführliche Methode mit dem Fraunhofer'schen Heli
Beobachtungen anzustellen, von P. A. Hansen. Gotha 1827. S.

echten Richtung, 20 Sec. von einander entfernt, ange-
durch sie wird in der Mitte des Gesichtsfeldes ein Fa-
uadrat gebildet, dessen man sich bedienen kann, um
nche, vielleicht stattfindende Fehler Gewifsheit zu er-

zu bestimmen, ob der Brennpunct der einen Objectiv-
nn, wenn er in der Mitte der Verschiebung durch eine
entgegengesetzte Stellung sich nicht nach der Richtung
hiebung verrückt, sich auch nicht senkrecht gegen die-
rücke, das ist, ob er mit dem Centrum der Drehung
tivs zusammenfalle, giebt man Achtung, ob und wie-
o gesehene Punct seine Stellung im Faden-Quadrate senk-
die Richtung der Schieber ändert, wenn man das Ob-
180 Grade dreht. Hätte sich bei dieser Drehung auch
Veränderung mit der Richtung der Schieber parallel
so hätte man noch nicht die Stellung, wo der Brenn-
er Objectivhälfte der Axe am nächsten ist; wäre bei
180° fortgerückten Stellung des Objectivs der Gegen-
ht zwischen den mit dem Schieber des Oculars genau
Fäden geblieben, so stände die Verschiebung des
och nicht parallel mit der des Objectivs, und jene
st berichtigt werden. Die Gröfse dieses kleinsten Ab-
der sich, wie Hansen bemerkt, nach der Einrichtung
ments nicht corrigiren läfst, kann hierdurch auch mes-
mmt werden.
Frage, ob die Objectivschieber sich geradlinig bewe-
sich mit der Bestimmung, ob das Null des Stellungswin-
Objective richtig sey, oder welche Collimation dabei
sichtigen sey, zugleich finden. Nach der Bestimmung
ments soll das Null des Positionskreises da stehen, wo
ung der Schieber genau der Drehung des Fernrohrs um
ations-Axe entspricht. Hat man also die beiden Hälf-
Objectivs bedeutend von einander entfernt, so stelle
Objectiv auf den Stellungswinkel Null, und bringe das
eines beobachteten Punctes in die Mitte des Faden-Qua-
an drehe dann das Fernrohr um die Declinations-Axe
, ob auch das andre Bild desselben Punctes genau in
des Faden-Quadrates zu bringen ist; wäre dieses nicht
so müfste man das Objectiv ein wenig drehen, bis jene
g, durch alleinige Drehung des Fernrohrs um die De-

clinations-Axe beide Bilder durch denselben Punct des Quadrats zu führen, erfüllt ist, und die Entfernung v die alsdann der Positionskreis zeigt, wäre der Collimati kel. Bewegten sich aber die Schieber nicht geradlinig, so bei ungleichen Abständen der zwei Bilder von einand bei ungleichen Stellungen der Schieber an ihren Scalen gleich großen Collimationen gefunden.

Hansen giebt noch eine Methode an, wie man, auc die Schieber sich nicht parallel bewegen, doch die mi etwas fehlerhaften Instrumente angestellten Beobachtun brauchen kann. Diese nicht parallele Verschiebung ze dadurch, daſs die Brennpuncte beider Objectivhälften z sammenfallen, wenn man beide auf einen gewissen glei gen Punct der Scale bringt, aber nicht mehr zusamme wenn man sie beide auf irgend einen andern gleichnamig ihrer Scalen bringt. Da alsdann von jenem Puncte a eine Bild nach b, das andere Bild desselben Gegenstand c gerückt ist, so giebt das Instrument den Abstand de Punctes im ersten Bilde, den c jetzt bedeckt, nur = wenn af = ac ist, statt daſs dieser Punct doch wirklich Bogen bc von b entfernt ist, und man müſste aus bf mi des Winkels bac erst bc berechnen. Damit man dieses muſs man die Collimation das eine Mal bestimmen, w Schieber auf den Zahlen b und c stehen, und das ande wenn sie die gleichen Zahlen d = b, f = c, aber ver zeigen; es erhellet, daſs das Mittel dieser Collimatior der Linie ga entsprechende Collimation giebt; und zugl Winkel geb hiedurch bestimmt ist. Die umständlichere tung, aus mehrern Beobachtungen die genaue Bestimm Lage des Punctes a und des Winkels bac zu erhalten Hansen [1], aus dessen belehrender Darstellung ich Grundlagen der einzelnen Bestimmungen ausgehoben ha Untersuchungen über die Berichtigung des Stundenkrei Declinationskreises und der ganzen parallaktischen Auf glaube ich hier übergehen zu dürfen, da sie nicht das H ter allein angehen. Daſs man, wenn bei den vorhin erv Beobachtungen ein nicht sehr entfernter Gegenstand bec wurde, auf die Parallaxe Rücksicht nehmen muſs, die

Fig. 73.

1 S. 19. ff.

dafs des Fernrohrs Axe eine Bewegung um den eigent-
Mittelpunct der Stellungen hat, brauche ich wohl nur
zu erwähnen.

h dem Bisherigen wird der Abstand zweier Puncte von
nur durch Theile der Scale angegeben; es ist daher vor
ftig, den Werth dieser Theile in Secunden auszudrük-
erzu könnte am einfachsten die Messung eines Gegen-
on bekanntem scheinbarem Durchmesser dienen, indem
leich die Vergleichung der Anzahl von Theilen mit der
von Secunden darböte. Dabei besteht jedoch einige
gkeit in der Bestimmung der scheinbaren Gröfse eines
ndes durch andre Mittel, denn wäre es ein Gegenstand
Erde, so müfste man mit sehr grofser Schärfe seinen
Abstand und wahren Durchmesser wissen; oder auch
t grofser Schärfe durch ein Winkel messendes Instru-
immen; wäre es der Sonnendurchmesser, so ist es be-
afs dieser durch ungleiche Fernröhre nicht immer ganz
sich gefunden wird, und ebenso lassen Sternabstände,
n absolute Genauigkeit fordert, wohl noch etwas zu
i übrig. Auf Bessel's Rath habe ich mich zu Bestim-
Theile des Heliometers, welches die Breslauer Stern-
sitzt, einer Vergleichung der mit dem Heliometer ge-
, auf die mittlere Entfernung der Sonne reducirten Son-
messer mit den aus Bessel's Beobachtungen gefunde-
then derselben bedient, und einen Theil der Scale
gefunden[1]. Hansen findet durch eine andre Methode,
gleich erwähnen will, bei seinem Instrumente 57″,336.
Methode, deren Hansen sich bedient hat, um die
er Theile zu bestimmen[2], ist auf eine Methode von
die Abstände der Fäden in Fernröhren zu bestimmen,
t. Diese Methode beruht auf der Ueberlegung, dafs
len, welche von einem im Brennpuncte des Objectivs
nrohrs liegenden Puncte ausgehen, jenseits des Obje-
er sich parallel sind, und dafs die von verschiedenen
kommenden Strahlen, wenn jene alle dem Brennpuncte
gen, nach ihrem Durchgange durch das Objectiv gegen-

---

tr. Jahrb. 1824. S. 162.
a. O. S. 79.
tr. Nachr. II. S. 371.

einander so geneigt sind, wie die von jenen Puncten ge
Mittelpunct des Objectivs gezogenen Linien. Wären di
im Brennpuncte eines Objectivs von grofser Brennweit
so bedeutend entfernt von einem jenseits des Objectivs st
Auge, so sähe ein fernsichtiges Auge sie, vermöge d
selbe erreichenden parallelen Strahlen, deutlich; di
heit der Fäden erlaubt dieses freilich nicht, aber ein v
Objectiv jenes Fernrohrs aufgestelltes zweites Fernrol
zur Betrachtung der Fäden im ersten Fernrohre ebenso g
zur Betrachtung sehr entfernter Gegenstände, und ein B
ter, welcher durch des zweiten Fernrohrs Ocular gegen
jectiv des ersten Fernrohrs sieht, erblickt, wenn die A
der Fernröhre eine gerade Linie ausmachen, und das ers
seinem Oculare gegen den hellen Himmel oder sonst ein
len Gegenstand gerichtet ist, jene Fäden deutlich und u
nem hinreichend grofsen Sehewinkel. Die scheinbare
des Abstandes dieser Fäden läfst sich also ebenso wie ei
rer kleiner Winkel mit einem Winkel-Instrumente ab
und dieses ist das Mittel, dessen sich Gauss zur Besti
der Faden-Abstände bedient.

Dafs eben die Methode anwendbar ist, um den W
Scalentheile am Heliometer zu finden, ist leicht zu übe
Da nämlich die Axen beider Objectivhälften, auch wenn
eine grofse Anzahl Mikrometertheile von einander al
doch parallel sind, so sieht man im zweiten Fernrohre d
pelte Bild, welches ein in dem Brennpuncte der einen
also immer auch nahe am Brennpuncte der andern Häfte
liometerfernrohre ausgespannter Faden giebt. Stellt m
die eine Objectivhälfte in die Mitte der Scale, wo ihr
punct fast ganz genau mit dem in der Mitte des Feldes l
chen Faden zusammentrifft, die andre Hälfte aber um
viele Scalentheile von der Mitte entfernt, läfst dann da
den Himmel gerichtete Ocular des Heliometerfernrohrs
chendes Licht auf den Faden werfen, (wobei es auf die
Stellung des Oculars nicht ankommt), so kann man m
zweiten, an einem winkelmessenden Instrumente angeb
Fernrohre, den scheinbaren Abstand jener zwei Bilder
und indem man die Zahl der Mikrometertheile damit ve
hat man den Werth dieser Theile. Zu bemerken ist no
man, weil die Stellung der einen Objectivhälfte keine

lung hat, die Beobachtung zweimal bei zwei verschie-
tellungen der mit einer zu Ablesung der Hunderttel
n Scheibe versehenen Objectivhälfte anstellen muſs.
h HANSEN's Formeln[1] erhält man in völliger Strenge
th eines Theils

$$'' . \left\{ \frac{-(S'''-S')+\sqrt{[(S'''-S')^2+16(S-S')(S''-S)\,\mathrm{Tang.}^2\frac{1}{2}(a+a')]}}{4(S-S')(S''-S)\,\mathrm{Tang.}\frac{1}{2}(a+a')} \right\}$$

st vorausgesetzt, daſs die Positionskreise des Objectivs
ars gleich gestellt sind, daſs a der bei der ersten, a′ der
weiten Beobachtung gemessene Winkel ist, S die Stel-
Ocularschiebers, S″ die Stellung des Objectivschie-
Mikrometerschraube angiebt, und S′, S‴ die bei den
obachtungen gefundenen Stellungen der genau abzu-
Mikrometerschraube. Will man sich mit einer Annä-
gnügen, so giebt diese Formel

$$R = \frac{206265''.\ 2.\ \mathrm{Tang.}\ \frac{1}{2}\,(a + a')}{S''' - S'}$$

06265″ = 57° 17′ 45″ nichts anderes als der Halb-
, und hier Tangente und Bogen verwechselt werden
$= \frac{a + a'}{S''' - S'}$, die sich von selbst darbietende Regel,
die Summe der nach beiden Seiten von der Mitte ge-
Winkel mit der Differenz der Angaben an der Scale
muſs. Die Gründe, auf welchen jene strengere For-
t, muſs ich hier übergehen, da ich sonst einen groſsen
Rechnungen, welche HANSEN's Abhandlung mittheilt,
n müſste[2].

ERT's Vorschlag, sich auf eine leichte und wohlfeile
Heliometer zu verschaffen, hat zwar bei dem jetzi-
de der Wissenschaft keinen erheblichen Werth mehr,
groſse Genauigkeit dabei nicht zu denken ist, doch
it wenigen Worten erwähnt werden. LAMBERT lieſs
glas von 10 Zoll Brennweite mitten entzwei schnei-

0.
Litteratur dieses Gegenstandes gehören noch die Abbil-
l Beschreibungen des von BOUGUER vorgeschlagenen Helio-
ALANDE Astr. §. 2433. u. eines ähnlichen von DOLLOND vor-
n zu Spiegelteleskopen §. 2438. Ferner die Abhandl. von
rz und INSULIN de micrometro objectivo, Upsala 1767. 4.
r's astron. Abhandl. 2. Sammlg. S. 372.

den, und beide Hälften in solche Schieber, wie oben er ist, fassen; ein Ocular von 1½ Zoll Brennweite vollendet Fernrohr. Er konnte diese beiden Objectivhälften bis zu 1 von einander entfernen, und diese Entfernung machte Winkel von 7 Graden aus. Welche Genauigkeit sich auf Weise bei 7 maliger Vergröſserung erhalten lieſs, läſs leicht übersehen[1]. *B.*

H e l i o s k o p.

Helioscopium, Hélioscope.

Ein Instrument zur Beobachtung der Sonne. Unter d Namen beschreibt Scheiner[2] das von ihm zur Beobachtu Sonne angewandte Fernrohr, das aus Linsen von farbigem geschliffen, zusammen gesetzt war. Es war ein aus einem vexen Objectiv und concaven Ocular zusammen gesetztes rohr, wo allenfalls auch noch ebene farbige Gläser sich zwi den Linsen eingesetzt befanden. Er bemerkt, man könne ein gewöhnliches Fernrohr gebrauchen und bloſs farbige Gläser zwischen dem Objective und Oculare einsetzen. S beschreibt Scheiner unter dem Titel *machina helioscopica*[3] Einrichtung, um das Bild der Sonne hinter einem Fernroh einer weiſsen Tafel aufzufangen. Dieses Bild zu erhalten, ein gewöhnliches holländisches oder auch astronomisches rohr etwas weiter herausgezogen, als zum Beobachten ent ter Gegenstände nöthig ist, und dann gegen die Sonne ger hinter dem Fernrohre ist in der angemessenen Entfernung mit Papier überzogene Tafel aufgestellt, die das Bild auf das man auf concentrisch gezeichnete Kreise, um die Fl ihrer Stellung nach zu bemerken, auffallen läſst. Es b wohl keiner umständlichen Erklärung, warum man hier ein der Sonne auf dem Papiere erhält. Das gegen die Sonn kehrte Objectiv bringt in seinem Brennpuncte ein Bild der hervor, und beim astronomischen Fernrohre gehen von d die Strahlen ganz wie von einem wirklichen Gegenstand

1 Lambert Beitr. zum Gebrauch der Math. 3ter Th. S. 2

2 Rosa Ursina, sive Sol ex admiranda facularum et mac suarum phaen. varius ostensus a Chr. Scheiner. Bracciani 1626.

3 Ebend. p. 77.

illen auf das Ocular; da aber das Ocular weiter herausge- ist, so liegt jenes Bild weiter als der Brennpunct des Ocu- on diesem entfernt und die von jenem ausgehenden Strah- ben ein Bild jenseits des Oculars, das man gröſser oder r erhalten kann, je nachdem man das Ocular minder oder vom Objective entfernt. Dadurch kann man denn auch ken, daſs das Sonnenbild genau einen auf der Tafel vor- hneten Kreis ausfüllt. Damit das so erhaltene Bild gut ar sey, fängt man es entweder im ganz verdunkelten Zim- uf, oder bringt einen Schirm um das Fernrohr an, in des- hatten sich jenes helle Sonnenbild besser auszeichnet. Hevel hat das ganze dabei zu beobachtende Verfahren noch ndlicher beschrieben[1], und Kaestner giebt[2] eine Be- ung über die Gröſse des Bildes aus den Abmessungen des ohrs und dem Abstande der Tafel. Diese Gröſse findet eicht nach den Regeln, wie man die Gröſse der Bilder bei ngläsern überhaupt berechnet. Kaestner führt noch ei- andere Verbesserungen hierbei an, die wohl jetzt, da man e Beobachtungen fordert, keine Wichtigkeit mehr haben.

B.

Heliostat.

Heliostata; Héliostat. Ein von s'Gravesande er- enes Instrument, um das Sonnenbild unveränderlich auf ei- Punct zu werfen, oder wie er es ausdrückt, *heliostata, qua s solares firmantur.* Es ist nämlich eine sehr bekannte Un- mlichkeit, die alle optische Untersuchungen, bei welchen den Sonnenstrahl gebraucht, sehr erschwert, daſs dieser dunkle Zimmer einfallende Sonnenstrahl jeden Augenblick andere Richtung annimmt, oder das Sonnenbild, welches an einem bestimmten Puncte zu beobachten wünscht, sei- Ort immer verändert. Um diese Unbequemlichkeit zu he- dient zwar ein Spiegel, der durch zwei Schrauben eine so nderte Stellung erhalten kann, wie es das Fortrücken der e fordert, — eine Einrichtung, die ich am Schlusse dieses Ar- s näher beschreiben werde, — aber ein Uhrwerk, durch des- Hülfe der Spiegel von selbst der Sonne folgt, ist ungleich

1 Hevelii Selenographia Proleg. p. 97.

2 Astron. Abh. 2. Sammlung S. 362.

bequemer, und darin besteht der Vorzug des Heliostaten ich jetzt, nach s'Gravesande und Biot[1] beschreiben wi

Es erhellet schon aus dem eben Gesagten, dafs ein Spiegel und ein Uhrwerk die beiden Hauptbestandtheile d liostaten ausmachen. Der Spiegel, der, um die doppelte der der Glasspiegel zu vermeiden, ein Metallspiegel seyn
Fig. 74. steht auf einem eignen Fufse P, und erhält eine Drehu zwei auf einander senkrechte Axen, damit er jede Stellu zunehmen geeignet sey. Eine dieser Axen, die verticale lich, PC, ist in dem hohlen Cylinder, der sich auf dem gestelle befestigt senkrecht erhebt, frei beweglich eingeschl sie trägt bei C einen Bügel, in welchem die Schrauben a, festigt sind, welche eine in der Ebene des Spiegels MM li de horizontale Axe darbieten, um welche der Spiegel glei frei beweglich ist. Dieser Spiegel ist fest verbunden mit Richtungsstange (*cauda*, queue du miroir,) cQ, v am Spiegel senkrecht gegen die Ebene des Spiegels befest und die durch das Uhrwerk in die gehörige Bewegung g wird. Sie ruht gegen ihr Ende hin auf einer Gabel FF, cylindrischer Ansatz qq sich in der cylindrischen Höhlu gleich zu erwähnenden Leitstange frei drehen kann. Die zeigt schon, dafs, während so die ganze Gabel eine Dr um die Axe qq erhalten kann, für die Richtungsstange eine zweite Drehung um die Axe bb statt findet, und da se auf die Richtungsstange senkrechte Axe bb stets in ein qq senkrechten Ebene liegt. Aber diese Axe bb ist nicht m Richtungsstange selbst fest verbunden, sondern sie ist mi cylindrisch gebohrten Röhre tt so verbunden, dafs sie ge Axe dieses Cylinders senkrecht befestiget ist; in diese cyl sche Höhlung pafst genau die cylindrische Richtungsstan und während diese darin verschoben, und auf einen wil chen Punct gestellt werden kann, erhält sie zugleich die auf einander senkrechten Bewegungen, welche vermög Drehungen um beide Axen, qq, und bb möglich sind.

Hierdurch ist die Zusammenfügung der Theile, welc dem Spiegel verbunden sind, vollkommen klar, und es e auch, dafs durch die Bewegung der Leitstange RD, in

---

1 Physices elem. math. auct. s'Gravesande. p. 715. Biot de Phys. Tome III. p. 175.

g die Axe qq ihren Drehpunct findet, die Richtungs-
des Spiegels und dieser selbst, in alle mögliche Lagen
t werden kann; die Gesetze der Bewegung selbst erfor-
er eine etwas sorgfältigere Ueberlegung. Der Zweck des
Instruments ist, dafs der reflectirte Sonnenstrahl, den
er als aus der Mitte des Spiegels hervorkommend anse-
de, eine völlig unveränderte Lage behalte, während
te ihren Parallelkreis am Himmel durchläuft. Der Spie
also so um diesen feststehenden reflectirten Strahl ge-
rden, dafs die auf den Spiegel senkrechte Linie oder die
les Spiegels verlängerte Richtungsstange den zwischen
ststehenden Strahle und dem Sonnenstrahle eingeschlos-
inkel halbire. Dafs wir dabei die Sonne als einen ge-
arallelkreis des Aequators durchlaufend ansehen, und
leine Abweichung von demselben, die vermöge ihrer
dlich ändernden Declination statt findet, nicht sehen,
ohl kaum einer Erwähnung.

läfst sich nun leicht zeigen, erstlich dafs die Leitstange
Bewegung in der Ebene des Aequators vollenden mufs,
dafs sie stets in der Richtung stehen mufs, welche
ten eines in ihrem Drehungsmittelpuncte senkrecht ge-
Ebene des Aequators errichteten Stiftes DE angiebt.
dieses zu zeigen, bemerke ich zuerst, dafs der Punct
hens tt, welcher in der Axe bb der Gabel liegt, alle-
h entfernt von der Ebene bleibt, in welcher die Leit-
h bewegt, und stets senkrecht über dem Endpuncte
ange; durchläuft also der Endpunct der Leitstange ei-
mit der Ebene des Aequators parallel, so durchläuft
ct der Axe bb einen eben solchen Kreis; — ich will
nct die Mitte der Gabel nennen. Es stelle C′ den Mit- Fig. 75.
or, um welchen diese Mitte der Gabel sich mit dem
parallel bewegt, und C′P sey ein gegen diese Ebene
er Stift, gerade so hoch, dafs seines Endpunctes Schat-
fällt; dieser Schatten durchläuft, während des Tags
C′ gezogenen Kreis, weil die Declination der Sonne
merklich ändert, und man kann also die Leitstange so
n, dafs der Endpunct jenes Schattens immerfort auf die
Gabel fällt, indem nämlich dieses geschieht, wenn
ange stets genau so fortrückt, wie der Schatten des
Wenn nun c der Mittelpunct des Spiegels MM ist, so

stellt cK die Richtungsstange vor, welche allezeit in de
der Gabel bei K festgehalten wird, wenn sie gleich nicht
mit demselben Puncte in der Gabel ruhend bleibt. H
nun die Stellung des Spiegels so gewählt, dafs cP = I
oder der Abstand der Mitte des Spiegels von der Spitze d
tes eben so grofs, als der Abstand dieser Spitze von de
der Gabel, dieser aber der gerade jetzt stattfindenden
des Schattens gemäfs ist, so liegt der zurückgeworfene
in der verlängerten Pc, wenn PK der Sonnenstrahl ist.
im gleichschenklichen Dreieck ist PcK = PKc, und
Richtungsstange cK mit dem Einfallslothe für den auf de
gel fallenden Sonnenstrahl zusammentrifft, so bleibt der z
geworfene Sonnenstrahl immer in der verlängerten Pc, s
der Mittelpunct der Scheibe, um welche die Leitstang
dreht, gegen den Mittelpunct des Spiegels seine Lage u
dert behält. Die Richtungsstange mufs dann freilich in de
Fig. 74. re tt so hin und her geschoben werden, oder vielme
beim Fortführen der Leitstange selbst fortschieben, wie
Fig. 75. veränderliche Gröfse der Winkel in dem Dreiecke cPK f

Diese Darstellung scheint mir völlig genügend, um
weisen, dafs man, nachdem die Stellung einmal so gefund
nur nöthig hat, mit der Leitstange der Bewegung des Sch
den C′P wirft, zu folgen, oder die Leitstange gleichförm
den unter C′ liegenden Mittelpunct zu drehen, um den S
strahl immer in die feste Stellung zurückzuwerfen, die n
verlängerten PC′ zusammenfällt; es kommt also nur noc
auf an zu finden, wie man den Heliostaten leicht in die
derliche Stellung bringt, indem das Uhrwerk die gehörig
führung der Stange dann leicht besorgt. Hierbei erhellet
von selbst, dafs das Uhrwerk so aufgestellt seyn mufs, d
Fig. 74. Scheibe, auf welcher die Leitstange DR fortgeführt wir
Ebene des Aequators so genau als möglich parallel sey
dafs die Uhrscheibe, die zugleich eine Sonnen-Uhr ist,
in D ein auf den Aequator senkrechter Stift DE angebrac
den, richtig orientirt sey. Damit nun der in D errichte
den Schatten seiner Spitze genau auf die Mitte der Gabe
auf den festgehaltenen Punct der Richtungsstange werfe,
die Höhe des Stiftes = A + R. Tang. d seyn, wenn A di
rechte Höhe der Mitte der Gabel über der Leitstange,
Länge der Leitstange und d die Declination der Sonne be

dem Vorigen erhellt aber auch schon, daſs die Mitte des
gels von der Spitze des so angeordneten Stiftes um R. Sec. d
nt seyn muſs, indem C′P = PK = R Sec. d ist, wenn Fig.
= R und PKC′ = d ist. Hiernach muſs also die Stellung 75.
piegels gewählt werden, wozu s'Gravesande sich eines
n Hülfs-Instruments bediente, welches er *Positor*, die
gel, nannte. Diese wird auf den Fuſs des Spiegels aufge- Fig.
und ist so abgemessen, daſs der Punct X genau mit dem 76.
e übereinstimmt, welcher bei Aufstellung des Spiegels den
schnittspunct der Richtungsstange mit der Oberfläche des
ls einnimmt. Um diesen Punct X aber ist das Lineal YZ,
eine Hälfte sich durch Verschiebung eines in einer Nuthe
len Theiles verlängern oder verkürzen läſst, in verticaler
ng, um die horizontale Axe X beweglich. Indem man
em Arme XZ die eben berechnete Länge = R Sec. d
und den Fuſs der Stellregel so verrückt, daſs theils die
nung von X bis zur Spitze des Stiftes die verlangte, durch
ge des Armes XZ angegebene sey, theils die Lage die-
nes eine solche, wie man den reflectirten Strahl zu erhal-
nscht, so ist alles vorbereitet, um den Spiegel an den
Stellregel zu bringen, ihn mit seiner Richtungsstange ge-
uf die Gabel und diese auf die Leitstange zu bringen. Da
las Verschieben des Spiegelfuſses oder auch der Uhr ei-
bequemlichkeit mit sich führt, so hat Charles noch
rbesserung angebracht, die diese Verschiebungen erleich-
l alles unsichere Probiren unnöthig macht.

f dem Fuſsgestelle des Uhrwerks ist eine Linie FF gezo- Fig.
ie ein für allemal in den Meridian gebracht wird. Da 74.
r Ebene, in welcher die Leitstange DR sich bewegt, mit
ines angebrachten Gradbogens die richtige, der Aequa-
angemessene, Neigung geben kann, so ist dann die Be-
der Leitstange völlig berichtiget, und der Fuſs des Spie-
ls jedesmal auf die richtige Stellung gebracht werden.
dieses geschehe, ist erstlich in die Fuſsplatte, auf welcher
s des Uhrwerks ruht, eine durch die Schraube f nach der
g des Meridians verschiebbare Schiene eingelassen, die
lesmal so stellt, daſs ihr Endpunct sich genau senkrecht
er Spitze des Stiftes E befindet, der so hoch als die De-
n der Sonne es gerade an dem Tage der Beobachtung
über der Ebene der Aequatorealscheibe hervorragt; diese

Stellung läfst sich berechnen, da sie aus der für die gegebene Declination berechneten Höhe des Stiftes, wenn man die Projection derselben auf die horizontale Ebene sucht, unmittelbar folgt. In dem Endpuncte dieser Schiene befindet sich zweitens der Drehungspunct eines andern auf dem horizontalen Boden aufliegenden Stückes G, in welches der Fufs des Spiegels eingelassen ist. Man kann diesen Fufs in einer Nuthe, die auf jenem Stücke eingeschnitten ist, vermittelst einer Schraube hin und her bewegen, und wenn man die Neigung gegen den Horizont, die man dem reflectirten Strahle zu geben gedenkt, bestimmt hat, die Entfernung dieses Fufses so grofs nehmen, wie es die horizontale Projection der von der Spitze des Stiftes zur Mitte des Spiegels gezogenen Linie fordert. Bei der Drehung dieses den Spiegelfufs tragenden Stückes um die Projection der Spitze E des Stiftes DE auf den Boden bleibt die horizontale Projection jener zwischen der Mitte des Spiegels und der Spitze des Stiftes gezognen Linie stets gleich lang, und wenn man vermittelst der Stellregel die Höhe aufsucht, die der Mitte des Spiegels zukommt, so kann man dem zurückgeworfenen Strahle jede willkürliche Richtung anweisen. Hat man diese Richtung einmal für die zu unternehmende Beobachtung gewählt, so wird der Spiegelfufs festgeschraubt, und die Richtungsstange in die Gabel, diese aber in die Leitstange eingelegt, und auf die der Zeit angemessene Theilung der im Aequator liegenden Scheibe gebracht, wo dann das die Leitstange in 24 Stunden herumtreibende Uhrwerk das Uebrige bewirkt.

Will man die zu der eben angegebenen Stellung erforderlichen Mafse in Formeln ausdrücken, so ist auch das sehr leicht. An der Linie, an welcher jene erste Schiene anliegt, müssen gleiche Theile aufgetragen seyn, und am besten ist es, den Punct als Nullpunct zu bemerken, über welchem senkrecht die Spitze des Stiftes E zur Zeit der Aequinoctien, das ist, dann, wenn er die Länge = A hat, stehen mufs. In jedem andern Falle, wo von diesem Puncte an die horizontale Projection des Theiles, welcher = R Tang. d ist, aufgetragen werden mufs, erhält man diese = R Tang. d Cos. △, wenn △ die Polhöhe des Ortes ist, und diese mufs nordwärts oder südwärts von jenem Anfangspuncte an aufgetragen werden, je nachdem die Declination d der Sonne nördlich oder südlich ist. Damit ist die Lage des Drehungspunctes, um welchen der Spiegelfufs sich be-

soll, gegeben; da aber die Mitte des Spiegels von der des Stiftes um R. Sec. d entfernt seyn muſste, so ist, ie geforderte Neigung des Strahls = i heiſst, die hori- Projection dieser Länge = R. Sec. d. Cos. i und hiernach in der vom Drehungspuncte an aufgetragenen Theilung lung der Mitte des Spiegelfuſses zu bestimmen seyn. Die s Spiegels lieſse sich dann auch berechnen, wenn man t erst durch Höherschrauben und Tieferschrauben ver- der Stellregel aufsuchen will. Heiſst nämlich B die ver- ähe des Stiftes zur Zeit der Nachtgleiche, so ist die Hö- Spitze des Stifts allgemein = B + R. Tang. d. Sin. △, verticale Projection der zwischen der Mitte des Spiegels Spitze des Stifts gezogenen Linie = R. Sec. d. Sin. i Höhe der Mitte des Spiegels = B + R. Tang. d. Sin. △ c. d. Sin. i. Da der Fuſs des Spiegels doch so einge- yn muſs, daſs man den Mittelpunct des Spiegels ver- ïner Schraube höher oder tiefer stellen kann, so kann a auch eine Scale zum Ablesen dieser leicht zu berech- löhe anbringen. Diese verschiedenen Scalen würden n in Zehntel und Hunderttel von R, der Länge der e, eingetheilt.

---

ler Heliostat ein theures Instrument ist, und überdieſs rall ein Platz zu seiner Aufstellung sich so bequem fin- man ihn immer an seinem Platze lassen könnte, so be- n sich gewöhnlich einer viel einfachern Vorrichtung, onnenstrahl durch Zurückwerfung in eine zu Beobach- assende Lage zu bringen. Man richtet den Spiegel, lchen man den Lichtstrahl in das dunkle Zimmer brin- so ein, daſs er neben der Oeffnung, wo der Licht- eindringen soll, angeschraubt werden kann, und giebt i doppelte Bewegung vermittelst Stellschrauben. Es lich an den Fensterladen, in welchem die Oeffnung assen des Lichtstrahls befindlich ist, eine starke vier- essingplatte angeschraubt, in deren Mitte ein kreisför- ick von etwa 3 Zoll Durchmesser so ausgeschnitten ist, ch leicht in dem übrigen Theile der Platte drehen läſst. lie Randzähne der Scheibe eingreifende Schraube ohne rirkt diese Drehung so, daſs jene ausgeschnittene Schei-

be in ihrer Höhlung jede willkürliche Stellung annehmen kan
Dieses kreisförmige Stück hat in seiner Mitte die Oeffnung, d
den Lichtstrahl einlassen soll, und an dem Rande desselben i
mit einem Charnier ein Spiegel so befestigt, dafs er sehr ve
schiedene Neigungen gegen die Messingplatte, also auch geg
den Fensterladen, annehmen kann. Indem man nun diesen Spi
gel an diejenige Seite der Kreisscheibe stellt, wo seine Mi
mit der Sonne und der Oeffnung in einer Ebene ist, und
dann von selbst schon diese Ebene gegen die Spiegelfläche se
recht ist, und mit Hülfe einer zweiten in ein gezahntes R
eingreifenden Schraube die Neigung des Spiegels passend b
stimmt, so erhält man einen durch die Oeffnung in das Zim
geworfenen reflectirten Strahl, und kann durch leise, aber
wiederholte Fortrückung beider Schrauben den Sonnenstrahl
einer sehr nahe unverrückten Lage erhalten. Man hat dabei
freilich die grofse Unbequemlichkeit, die zwei Schrauben s
bewegen zu müssen, die bei dem Heliostaten vermittelst e
Uhrwerks bewegt werden. *B.*

Heliotrop.

Heliotropium. Ein Instrument, welches die Sonne wen det[1], nämlich den Sonnenstrahl einem entfernten Beobachter zu wirft. Dieses von GAUSS erfundene Instrument ist dazu be stimmt, bei grofsen geodätischen Operationen die sonst s schwierigen Signale auf entfernten Standpuncten zu ersetzen. E ist nämlich bekannt, dafs man bei trigonometrischen Messunge eines ganzen Landes, oder bei Gradmessungen gern grofse Drei ecke durch Winkelmessung bestimmt; aber eben so bekannt i es, dafs es nicht wenig Schwierigkeit hat, in gröfseren Entfer nungen Signale zu errichten oder Signale momentan zu geben, die zur Beobachtung recht geeignet wären. Dafs aufgerichtete Stangen in der Entfernung von mehreren Meilen selbst durch Fernröhre nicht mehr sichtbar bleiben oder wenigstens selbst in mäfsiger Entfernung bei einer irgend getrübten Heiterkeit der untern Luft undeutlich werden; dafs selbst gröfsere, als Signale aufgerichtete oder benutzte Gegenstände, wenn sie gleich kennt lich bleiben, doch keine so präcise bestimmte Puncte, wie man

---

1 Von ἥλιος die Sonne und τρέπω ich wende.

hr genauen Bestimmungen wünscht, der Beobachtung
, ist bekannt.

Unsicherheit, die man empfindet, wenn man Thürme
che Gegenstände als Zielpuncte anwenden will, wird
urch vermehrt, dafs ungleiche Beleuchtung bald die ei-
die andere Seite lebhafter zeigt, und also der Punct,
für ihre Mitte hält, oder den man als ihre Grenze zu
glaubt, nicht immer einer und derselbe ist. Ueber-
sen ja diese Puncte von mehrern Orten aus beobachtet
und man wünscht wieder von dem Puncte aus zu be-
welcher Zielpunct der andern Beobachtung gewesen
tfeuer, die bei nicht erheblichem Durchmesser glänzend
d, um in weiter Ferne gesehen zu werden, bieten al-
ęssere Winkelpuncte für die abzumessenden Dreiecke
r sie sind immer auf kurze Zeitmomente beschränkt,
ostbar, und ihre Beobachtung kann durch Zufall ver-
den, so dafs auch sie nicht immer den Wünschen des
Genüge thun. Diese, auch bei der Gradmessung im
h Hannover fühlbar werdende Schwierigkeit brachte
f den Gedanken, das Sonnenlicht selbst statt der Blick-
enutzen. Es ist eine bekannte Bemerkung, dafs man
rschein der Sonne von spiegelnden Dachbelegungen
Fensterscheiben, selbst in grofser Entfernung noch mit
Lichte sieht, und wenn man hieran die Bemerkung
afs das Sonnenlicht, wenn es gleich bei der Zurück-
rom Spiegel eine sehr bedeutende Schwächung erlei-
immer noch eine Intensität besitzt, die alle künstlichen
ngsmittel bei weitem übertrifft, so bedurfte es gerade
hsamen Beweises, dafs man das zurückgeworfene Son-
rohl als Signal gebrauchen könnte. Aber es fehlte uns an
trumente, welches geeignet war, von dem Puncte aus,
zu bestimmen wünschte, nach dem Puncte hin, wo
achter sich mit seinem Winkelmesser befand, den
il eines Spiegels hin zu werfen, und dieses ist es, was
ı Heliotropen erreicht wird.

Theorie dieses Instruments ist höchst einfach. Wenn
gel-Ebenen ef und cd auf einander senkrecht befestigt
dafs fhc, fhd rechte Winkel sind, so stelle man das Fig. 77.
ab so auf, dafs man den Punct i, welchem man den
rahl zuwerfen will, in der Mitte des Fernrohres sieht,

und drehe beide Spiegel so, dafs der Sonnenstrahl aus dem Spiegel fe ins Fernrohr geworfen werde, oder mit der Richtung zusammenfalle; dann wirft der andre Spiegel cd den Sonnenstrahl nach i. Denn wenn Sh den directen Sonnenstrahl vorstellt, und ha den reflectirten Strahl, so sind die Winkel der Einfallslothe gleich, Shc = ahc, aber da ahc und dhi Scheitelwinkel gleich sind, so ist Shc = dhi und der von reflectirte Sonnenstrahl gelangt nach i.

Beschreibung des Instruments.

Die Einrichtung des Instruments wird sich nun, den Hauptheilen nach, leicht übersehen lassen. abfe ist ein sehr massiver Träger, worin das Fernrohr liegt, und dieses wird durch die Deckel bei e und f mit beträchtlicher Reibung in den Lagern gehalten. Dieser Träger ruht auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifufse. Das Fernrohr kann durch horizontale Drehung um die in der Säule ST befindliche Axe leicht auf den Gegenstand gerichtet werden, welchem der Sonnenstrahl zugeworfen werden soll, und er läfst sich dann, vermittelst der Stellschrauben des Dreifufses, ganz genau auf denselben richten. Bei xy und uv sind zwei Handgriffe, der erstere um das Fernrohr mit dem daran befestigten, die Spiegel tragenden Rahmen in seinem Lager zu drehen, der letztere um beiden Spiegeln eine Drehung mitzutheilen. y und v sind Gegengewichte der Handgriffe x und u.

Fig. 78.

Am Objectiv-Ende des Fernrohres ist ein aus drei rechtwinklich an einander gefügten Stücken bestehender Rahmen befestigt, und dieser trägt einen zweiten, um die Axe hl drehbaren Rahmen mnpq. Da der erstere sich um die beinahe horizontale Axe des Fernrohrs drehen kann, der zweite aber um eine auf die vorige senkrechte Axe dreht, so erhellet, dass die Ebene des letztern in jede willkürliche Stellung gebracht werden kann. Dieser letztere Rahmen enthält die beiden eine einzige Spiegel-Ebene ausmachenden Spiegel mnsr und twqp, die hinten mit Platten verwahrt sind, und Stellschrauben haben, um das genaue Zusammenfallen der Ebenen beider zu bewirken. Mit ihnen ist fest und in rechtwinklicher Stellung verbunden der schwarze Spiegel $\alpha\gamma\varepsilon\zeta$, der an seiner hintern Seite einen Arm oder Schwanz hat, um durch Stellschrauben

genaue gegen den vorigen Spiegel rechtwinkliche Stel-
racht zu werden. Dieser letztere Spiegel wirft dem Au-
eobachters das Sonnenbild zu.

dem Gebrauche des Instruments stellt man es so, dafs
des Fadenkreuzes auf den Punct trifft, den der ent-
obachter einnimmt. Dann dreht man das Fernrohr um
s und die verbundenen Spiegel um die Axe hl, und
e Drehungen so einrichten, dafs man das Sonnenbild
ohr und auf die Mitte des Fadenkreuzes bringt. So-
s der Fall ist, sieht der entfernte Beobachter das Son-
i dem aus zwei Stücken bestehenden grofsen Spiegel.
fsere Spiegel braucht indefs selbst nur von geringer
seyn, da ein Spiegel von 2 Zoll breit und 1½ Zoll
n ein auf sehr grofse Entfernungen sichtbares Sonnen-

diejenigen Trigonometer, welche keinen Heliotropen
aber mit einem Spiegelsextanten versehen sind, der
recht soliden Fufsgestelle steht, bemerkt GAUSS, dafs
s *Spiegelsextanten* statt eines Heliotropen bedienen
Hat man nämlich mit dem Spiegelsextanten den Win-
en der Sonne und dem Puncte genommen, dem man
zuwerfen will, so läfst man den Gradbogen des Sex-
lig fest auf seinem Fufse, dreht aber möglichst schnell,
t die Sonne unterdefs merklich ihren Stand ändere, die
rofsen Spiegel des Sextanten verbundne Alhidade um
iter, als der Winkel beträgt, den die Gesichtslinie des
mit dem Perpendikel auf den zweiten Spiegel macht;
das Licht der Sonne auf den verlangten Punct ge-
Dieses läfst sich leicht beweisen.

y ax der auf Null des Gradbogens stehende grofse Fig.
s Sextanten, cy der mit dieser Stellung parallele klei- 79.
l; TB sey der von jenem Puncte, dem man den Son-
zusenden will, herkommende Lichtstrahl, der nach
m zweiten Spiegel und nach CD nach der Richtung
les Fernrohres zum Auge hin geworfen wird, wenn
de BA auf Null Graden bleibt. SB sey der Sonnen-
d ABE = aBe der Winkel, um welchen man die

on Zach's correspondance astronomique V. p. 376. Zeile
tatt de ce troisième miroir stehen, du second miroir.

Alhidade drehen muſs, um die Sonne im Spiegel $c\gamma$ zu seh[illegible] Es sey $ABC = BC\gamma = \alpha$; $ABE = aBe = \beta$, so ist E[illegible] $= eBS = \alpha - \beta$, weil nämlich BC hier der reflectirte S[illegible]nenstrahl seyn muſs, damit dieser bei nochmaliger Refle[illegible] zum Auge gelange. Der Winkel, unter welchem der zum A[illegible]ge gelangende Strahl gegen das Einfallsloth am zweiten Spie[illegible] geneigt ist, bleibt immer $= 90° - \alpha$, und wenn man um [illegible]sen Winkel die Alhidade mit dem groſsen Spiegel fortdreht, [illegible] daſs $EBF = eBf = 90° - \alpha$ ist, so hat man $SBf = \alpha -$ [illegible] $90° - \alpha = 90° - \beta$; den zurückgeworfenen Strahl stelle [illegible] dieser Lage des Spiegels BK vor, so ist $FBK = 90° - \beta$, [illegible] $FBC = EBC - 90° + \alpha = 2\alpha - \beta - 90°$, also $CBK = 2($[illegible] $- \alpha) = BCD$, also BK mit CD parallel, das ist, mit BT zu[illegible]menfallend, und der reflectirte Strahl trifft den Punct, von [illegible]chem der Strahl TB herkommt, oder von welchem tCD herko[illegible]

Bemerkungen über den Gebrauch des H[illegible]liotropen.

Mit welchem Erfolge der Heliotrop angewandt worden, [illegible] von giebt Gauss selbst Beispiele, die ich etwas näher anfüh[illegible] will[1]. Die Entfernung vom *Lichtenberge* bis zum Berge *Hill* [illegible] 39952 Meter; die des *Deisters* vom *Hill* 40605 Meter; die [illegible] *Lichtenberges* vom *Brocken* 42437 Meter; vom *Hill* zum *Bro*[illegible]*ken* 55122 Meter. Auf den drei ersten Entfernungen sah [illegible] das reflectirte Licht immerfort mit bloſsem Auge; auf der le[illegible]ten Distanz war es, wenn die Umstände die Beobachtung [illegible]gend begünstigten, gleichfalls sichtbar, und einmal, unter be[illegible]sonders günstigen Umständen sah man das vom *Brocken* aus re[illegible]flectirte Licht sogar auf dem *Hohenhagen* in 69194 Meter = 213010 Par. Fuſs Entfernung mit bloſsem Auge. Im Fernro[illegible] konnte man das Licht vom *Inselsberge* auf dem *Brocken* i[illegible] 105986 Meter Entfernung noch sehen, und gegen Sonnen-Un[illegible]tergang sehr gut darauf pointiren.

Bei einer Entfernung von 120000 Fuſs, welches noch er[illegible]heblich weniger als 40000 Meter ist, beträgt die scheinba[illegible] Breite selbst eines dreizolligen Spiegels nur 0,43 Sec., also se[illegible] Quadrat-Inhalt = 0,185 Quadrat Secunden. Lege ich nun (nach

---

1 De Zach Corr. Astr. VI. p. 66.

Angabe)[1] diesem Lichte die 12000 fache Intensität un-
hnlichen Kerzenlichtes bei, so müfste ein solches un-
einbaren Gröfse von 0,185 . 12000 = 2220 Quadrat-
erscheinen, also, wenn die Lichtflamme etwa 3mal
s breit ist, von 81 Secunden scheinbarer Höhe. Neh-
die Lichtflamme 1 Z. hoch an, so müfste sie 2540 Z.
ls entfernt seyn, um nur noch eben so stark als jenes
Licht aus 120000 Fufs Entfernung auf das Auge zu wir-
sieht aber eine solche Lichtflamme noch aus erheblich
ntfernung. Dafs nun ein Licht von so grofser Intensi-
s der Heliotrop darbietet, welches endlich nur seiner
wegen dem blofsen Auge unsichtbar wird, im Fern-
h viel gröfseren Abständen, so wie eben erwähnt ist,
iben mufs, läfst sich hieraus wohl übersehen.
ei diesen Beobachtungen dem entferten Gehülfen an-
dafs man zu beobachten im Begriff sey, räth Gauss
Signale an; er selbst wandte tactmäfsig unterbrochene
, die er mit seinem Sextanten hinsandte, dazu an,
Correspondent antwortete in demselben Augenblicke
iche Signale mit dem Heliotropen. Gauss bemerkt
nützlich solche Signale auch in andern Fällen seyn
d dafs sie, zumal zu militärischen Zwecken, den Vor-
, aufser der Linie zwischen beiden Correspondenten
emerkt zu werden. Dafs diese Signale, so wie Blick-
Längenbestimmungen dienen können, ist leicht zu

die genaue Berichtigung des Heliotropem giebt Gauss
nleitung[2]. 1. Um die optische Axe des Fernrohrs
ehungs-Axe des Fernrohrs in genaue Uebereinstim-
ringen, dienen zwei am Oculare angebrachte Correc-
ben. Dafs man die Nothwendigkeit dieser Correc-
st, indem man einen Punct mit der Mitte des Faden-
sammenbringt, und sieht, ob er bei der Drehung des
in der Mitte des Fadenkreuzes bleibt, ist bekannt.
ehungs-Axe hl der Spiegel mufs gegen die Axe des Fig.
enkrecht seyn, und auch dazu sind Correctionsschrau- 78.
acht. Ob diese Berichtigung nöthig ist, lehrt Gauss

rt. *Erleuchtung*. Th. III. S. 1149.
macher's astr. Nachr. V. S. 329.

durch folgendes Verfahren bestimmen. Die Axe hl de
wird nach dem Augenmaſs vertical gestellt, und zwar
der Handgriff zum Drehen uv zu unterst steht; dieser,
horizontaler Richtung bewegliche Handgriff wird mit de
rohre parallel gestellt. Man hängt nun an den Handgrif
veau, und bewirkt die genaue Einstellung desselben du
hung der Stellschrauben des Dreifuſses. Ist dieses ge
so wird der zuerst unter dem Fernrohr stehende Stiel de
griffs durch eine Drehung von 180 Graden um die Spie
in eine vom Fernrohre abwärts gehende Stellung gebra
nun das Fernrohr aus seinen Lagern vorsichtig ausgehe
so wieder eingelegt, daſs das Ocular an dem Ende ist,
erst das Objectiv war; der Stiel des Handgriffes bleib
untern Seite vom Fernrohre abgewandt. Findet sich n
der das Niveau richtig eingestellt, so ist keine Correctio
sonst muſs man die Hälfte der im Niveau entstandenen
kung durch die Schraube corrigiren, welche die Spie
berichtiget. Der Grund ist einleuchtend, da dieses
den Fehler in der Richtung jener Axe verdoppelt zeig
die Drehungs-Axe des Fernrohrs mit der Linie durch di
aufliegenden Puncte parallel seyn muſs, wird hierbei
gesetzt.

3. Die Ebenen der beiden Spiegelstücke mnsr un
so wie des darauf senkrechten kleinen Spiegels $\alpha\gamma\varepsilon\zeta$ mü
der Drehungs-Axe parallel seyn. Es ist bekannt, d
Ebene, die mit einer Axe parallel ist, nach einer Dreh
180° genau mit ihrer ersten Lage parallel wird, statt
nicht zu dieser parallelen Lage kommen kann, wenn sie
Axe, um welche die Drehung geschieht, nicht parallel
also zu sehen, ob einer jener drei Spiegel mit der Axe
ist, wird die Gabel hikl mit ihren Spiegeln abgenomm
auf ein Bret befestigt, an den gleich zu erwähnenden
bracht. Man stellt zwei mit Kreuzfäden versehene F
Fig. 80. M, N so auf, daſs ihre optischen Axen sich einander in R
den (oder wenigstens ganz nahe an einander vorbeigehe
rend in dem Durchkreuzungspuncte der Fäden des ei
Punct P, in dem Durchkreuzungspuncte der Fäden des
der Punct O erscheint. Diese Gegenstände P, O, brauch
100 Fuſs entfernt zu seyn. In dem Puncte R, wo die c
Axen sich durchkreuzen (den man leicht mit hinreicher

findet, indem man einen kleinen Gegenstand dort auf-
d sieht, wo dieser stehen muſs, damit einerlei Punct
:e beider Fernröhre erscheine), wird der zu prüfende
› gestellt, daſs der Punct O in der Axe des Fernrohrs
:gel erscheine. Hier erhellet nun leicht, daſs wenn
› Seite des Spiegels parallel mit jener und ebenfalls
wäre, zugleich der Punct P gespiegelt in der Axe des
N erscheinen müſste; man bringt aber eben jene nach
gekehrte Spiegelfläche an die nach P und N gekehrte
m man den Spiegel um 180 Grade um die Axe dreht,
› Axe so gut wie genau in der Spiegel-Ebene selbst
ıuſs sie nach dieser Drehung fast genau den vorigen
einnehmen, oder in kaum merklichem Abstande von
der vorigen Lage parallel seyn, also das Licht von
verfen, wenn die Spiegel-Ebene genau mit der Axe
Findet man also nach der Drehung nicht den Punct
tte des Fadenkreuzes von N, so muſs man den Feh-
lfte am Spiegel corrigiren, (zu welchem Zwecke die
n erwähnten Stellschrauben dienen), dann durch Aen-
Stellung des ganzen Apparats das Bild von P völlig in
n N bringen, und sehen, ob nun bei der Drehung
ıde das Bild von O genau nach M geworfen wird.
beiden Spiegel-Ebenen m n s r, t w q p müssen genau Fig.
ı, so daſs sie wie ein einziger Spiegel anzusehen sind. 78.
eine mit der Spiegel-Axe ungefähr parallele gerade Li-
daſs sie zum Theil in der eine, zum Theil in der an-
lhälfte erscheint, so müssen diese beiden Bilder eine
ɜ ausmachen, und schon das bloſse Auge entscheidet
t vieler Genauigkeit. Als zweites Mittel schlägt Gauss
ıser beiden Spiegel-Ebenen als eines künstlichen Ho-
ɩedienen, wobei die Messung der Sonnenhöhe dann
ultat geben muſs, man mag das Bild der Sonne im
in demselben Augenblick im andern Spiegel nehmen.
dlich muſs die Ebene des kleinen Spiegels genau
egen die Ebene jener beiden Spiegelhälften seyn. —
t folgendes Verfahren als das zu diesem Zwecke be-
: Man stellt den Heliotropen und ein Hülfsfernrohr
iden so auf, daſs die optische Axe des Hülfsfern-
er des Heliotropenfernrohrs parallel ist, und etwa
ıer liegt, als die halbe Distanz der Mitte der beiden

Spiegelhälften ms, tq. Dieses wird dadurch bewirkt, d den Heliotropen auf ein gut zu sehendes entferntes Obje tet, das Fernrohr herausnimmt, und nachdem das Hülfsf in der angegebenen Höhe auf dasselbe Object gerichtet i Heliotropenfernrohr in umgekehrter Lage wieder einleg Spiegel-Axe wird nun vertical gestellt, und durch Dreh verbundenen Spiegel bewirkt, dafs irgend ein genügend licher Punct durch Reflexion im kleinen Spiegel genau Axe des Heliotropenfernrohrs erscheine; dieser selbige mufs auch im Hülfsfernrohre, durch Reflexion in der Fig. Spiegelhälfte in der Axe des Fernrohrs erscheinen; denn 81. bar ist, wenn $bcf = 90°$, Sbf der einfallende, ba der tirte Strahl am einem, fg am andern Spiegel ist, a $2.(90° - bfc)$ und ebenso grofs ist, da bc, cf die beider gelflächen vorstellen, bfg, also gf mit ba parallel. En derselbe Punct also nicht in der Axe des Hülfsfernrohrs, s man mit der am Schwanze des kleinen Spiegels angeb Correctionsschraube diesen berichtigen[1].

Zum Schlusse mag hier noch die Bemerkung stehen Scheiner[2] ein, unsern parallaktisch aufgestellten Fern ähnliches Instrument ein *Heliotropium* nennt, weil es si mer nach der Sonne wendet, oder sich bequem, um for rend die Sonne zu beobachten, gegen sie wenden läfst.

B.

Herbst.

Autumnus; Automne; *Autumn.* Diejenige J zeit, welche den Uebergang vom Sommer zum Winter Man rechnet den Anfang des Herbstes an dem Tage, an chem die Sonne nach ihrer höchsten Stellung den Ae wieder erreicht, und das Ende des Herbstes oder der Anfa Winters ist an dem Tage, wo die Sonne den Wendekre daher ihren niedrigsten Stand am Himmel erreicht. F nördlichern Gegenden der Erde ist daher der Anfang des

---

1 Aufser dem hier Angeführten giebt Gauss am genannt noch mehr Regeln, die ich hier wohl übergehen darf.

2 Im 8ten Buche der rosa ursina.

mit dem Eintritte der Sonne in die Waage gleichzeitig, und Herbst endigt sich, wenn die Sonne in den Steinbock tritt; uert also vom 23. Sept. bis 21. Dec. Dafs für die südliche äſsigte und kalte Zone die Zeit, da die Sonne den Widder, Stier und die Zwillinge durchläuft, Herbst heifsen müsse, ist hieraus von selbst.

Dafs die Witterung, die wir Herbstwitterung nennen, sich genau an diese Zeit bindet, sondern oft völlige Winter- vor dem 21. Dec. eintritt, oft auch der Sommer sich über renze des Herbstes hinaus verlängert, ist bekannt. Im einen ist in unsern Gegenden der Herbst die Jahrszeit, ie Bäume ihr Laub verlieren, die Luft kälter und feucht sich auch abwechselnd wohl schon Frost und Schnee

B.

Herbstnachtgleiche.

equinoctium autumnale; équinoxe d'automne; *nnal Equinox.* Die Zeit, wann die Sonne, von ihrem Stande sich dem Aequator nähernd, diesen wirklich er- Dieser Zeitpunct ist der Anfang des Herbstes und es ist r Tag so wohl als auch die Nacht 12 Stunden lang. die nördliche Halbkugel ist der Eintritt der Sonne in age der Zeitpunct der Herbstnachtgleiche, nämlich der

B.

Herbstpunct.

nct der Herbstnachtgleiche; *Punctum octii autumnalis.* Der Durchschnittspunct der Eklip- dem Aequator, wo sie bei ihrer allmälig niedrigern Mit- diesen erreicht. In Beziehung auf die nördliche Halb- erstehen wir fast allemal den Anfangspunct der Waage, ir vom Herbstpuncte reden; er wird mit 0° ♎ bezeich- Dieser Punct, welcher der Nullpunct der Waage heifst, dafs jetzt nicht mehr bei den Sternen der Waage, son- he bei den Sternen auf der linken Schulter der Jungfrau [1].

B.

---

[1] ergl. Art. *Nachtgleichen.*

H i m m e l.

Himmelsgewölbe, Firmament; *Coel* *sphaera coelestis, firmamentum;* **Ciel, firmam** *Heaven, Sky.* Wenn wir bei Tage oder auch in einer allzu finstern Nacht über uns sehen, so kommt es uns vo umgebe uns dort oben ein grofses Gewölbe, an welcher Sterne sich zu befinden scheinen, und an welchem bei Ta Sonne fortzurücken scheint; dieses nennen wir den *Himm*

Dafs keine feste Himmelskugel, an welcher die Stern geheftet wären, vorhanden, und dafs die Meinung der von mehrern in einander liegenden und einzeln beweglichen melskugeln, durch deren Drehung die Sterne um uns hern führt werden, ungegründet sey, darf ich wohl als erw voraussetzen. Diese Ansicht mufste von selbst fallen, s man richtigere Kenntnisse von der Bewegung der einzelne neten erhielt, und selbst Descartes's Meinung von einer Welträume erfüllenden Materie, in deren Wirbeln die W körper fortgezogen würden, konnte nicht mehr bestehen, al nach Newton's Anleitung die genaueren Gesetze der Bew dieser Körper kennen lernte, und dadurch zu dem Schlusse keine irgend einen erheblichen Widerstand leistende Mate den Himmelsräumen vorhanden sey, geleitet wurde.

Da dieser Raum also, aufser jenen leuchtenden Kör unserm Auge gar keinen Gegenstand darbietet, so sollt Zwischenraum zwischen den Sternen uns vollkommen d erscheinen[1]. Selbst am Tage würden wir den Raum übe ganz dunkel und nur die Sonne aus diesem sie umgeb Dunkel mit ihrem mächtigen Glanze hervorschimmern s wenn gar nichts da wäre, was Licht zurückwürfe. Abe unsere Erde umgebende Luft bietet dem Lichte Theilche hinreichender Dichtigkeit dar, von welchen es zurückgew wird; daher zeigt sich selbst der wolkenfreie Himmel am glänzend, und so glänzend, dafs unser Auge oft kaum an gere Zeit diesen Glanz erträgt. Dieser Glanz des Himm

---

1 Betrachtungen über die Frage, ob nicht bei einer bis i endliche fortgehenden Folge von Sternsystemen sich der ganze mel leuchtend zeigen müsse, finden sich im Art. *Aether*. Th. I.

ist geringer auf hohen Bergen, wo die dünnere Luft, zuenn sie von Dünsten frei ist, einen so geringen Antheil cht zurückgiebt, dafs man dort, weil das Auge weniger let wird., mit mehr Leichtigkeit sehr helle Sterne am ehen kann.

'enn die in der Atmosphäre befindlichen Luft- und heilchen alle Arten farbigen Lichtes gleich gut zurück-ı, so müfste uns dieser allgemeine Glanz der erhellten reifs erscheinen, so wie eine Nebelmasse uns erscheint ie die weifsen glänzenden Wolken uns erscheinen, durch die Sonne sich weifs zeigt, und welche selbst sich weifs, weil alle Arten Licht gleich gut durchgelassen und gleich lectirt werden; aber so verhält es sich nicht, sondern der el ist blau, die Luftheilchen werfen also mehr blaues als rothes oder gelbes zurück, und obgleich der unge-Glanz des Himmelsgewölbes auch zu grofsem Theile aus m Lichte besteht, so ist doch das zurückgeworfene blaue in hohem Grade vorwaltend. Die reine, dunstfreie Luft t ganz vorzüglich die Eigenschaft zu besitzen, dafs sie das und gelbe Licht vorzugsweise durchläfst, während sie das vorzugsweise zurückwirft; die wässerigen Dünste dagegen n alle Arten von Licht ziemlich gleichmäfsig zurück, und ı, wenn die Luft sehr mit ihnen erfüllt ist, dem Himmel milchiges Ansehen. Wie diese Erscheinungen der unglei-Bläue des Himmels mit den ungleichen Erscheinungen der *nröthe* und *Abendröthe* zusammenhängen, habe ich auf Weise, die mir noch immer genügend scheint, im Artikel *dröthe* auseinander gesetzt.

Zu dem dort Angeführten mufs ich noch Folgendes hinzu-u. HASSENFRATZ[1] hat es der Mühe werth gefunden, das atische Sonnenbild zu verschiedenen Zeiten genauer zu suchen, und gefunden, dafs die niedriger stehende Sonne al ein Farbenbild gab, worin die stärker brechbaren Farben oder minder fehlten. Das Sonnenbild, welches bei hochnder Sonne eine Länge von 185 Millimetern hatte, zeigte unter sonst ganz gleicher Anordnung des Versuchs, nur 100 Millimeter lang, ja am 15. Jan. 1805 gegen die Zeit onnenunterganges nur 70 Millimeter lang. Diese Verkür-

Ann. de Chimie. LXVI. p. 60.

zung des Sonnenbildes entstand aus dem Mangel der b
Strahlen, die am 15. Jan. 1805 so fehlten, dafs das ganze
benbild nur aus Roth, Orange und Grün bestand. Die b
und violetten Strahlen waren also in der Luft, ohne Zw
durch Reflexion verloren gegangen.

Aus den Beobachtungen[1] von SEEBECK und v. G
dafs das vom blauen Himmel zu uns kommende Licht ein
haft polarisirtes ist, geht noch ein neuer Grund hervor,
Licht als reflectirtes Licht anzusehen. ARAGO und BREW
haben jene Beobachtungen schon benutzt, um diese Behau
daran zu knüpfen[2].

Von der Form dieses Himmels über uns scheint eige
wenn der Himmel frei von Wolken ist, gar keine Red
zu können, da unser Blick hier gar keine Schranken
Wollten wir von einer theoretisch zu bestimmenden
sprechen, so müfste es wohl gewifs die Form einer Hal
seyn, wenn der Himmel unbewölkt ist, und bei einer I
kung mit Wolken müfsten wir die Gestalt dieser Wolken
bestimmen, um theoretisch die Gestalt des Himmelsgewölb
zugeben; aber hier zeigt sich uns Manches anders, und
unwillkürliches Urtheil bringt auffallende Täuschungen he

Wenn wir zwischen hohen Gegenständen, zwischen
liegenden hohen Häusern uns befinden, so dafs unser Ge
kreis sich vom Zenith nur 50 oder 60 Grade weit erstrec
kommt uns das Himmelsgewölbe so vor, als ob es nicht g
hinter jenen Gegenständen sich zur Erde herab krümme.
gen, wenn wir uns auf einem ausgedehnten freien Raum
den, wo wir Meilen weit Gegenstände um uns sehen, üb
uns der Anblick, dafs das Himmelsgewölbe alle jene Gegen
umfafst, und also weithin ausgedehnt ist, während wir
sind, seine Höhe für viel beschränkter, als diese horizonta
dehnung zu halten. Offenbar giebt uus hier der blofse si
Eindruck gar kein Mittel, die Entfernung zu beurtheilen
es ist ja bei heiterm Himmel überhaupt kein Gegenstand
stimmter Entfernung da, dessen Entfernung wir abschätzen
ten; wir tragen also die Schätzung der Entfernung gar nicl
optischen Regeln in das, was sich unserm Auge darbietet

1 V. GÖTHE zur Naturwissenschaft. 1. Heft. S. 16. 32.

2 Brewster on new philos. Instruments. p. 350.

md lassen uns dabei nur durch die uns diesseits des Himewölbes sichtbaren Gegenstände einigermaſsen leiten, so wir es für viel näher halten da, wo sich keine oder nur entfernte Gegenstände zeigen. Ob das Urtheil aller Menhierin so einstimmig ist, daſs sie das Verhältniſs der Höhe der horizontalen Ausdehnung unter gleichen Umständen schätzen, ist wohl nie genau untersucht, aber in der sache sind alle einig, allen scheint der Himmel bei freier sicht keine Halbkugel, sondern ein sehr viel flacheres Gewölbe stellen. Um die Gestalt zu bestimmen, welche unser Urdem Himmelsgewölbe beilegt, hat SMITH[1] einige Beobachen angestellt. Er fand, daſs wir den Bogen vom Zenith zur Sonne allemal für kleiner, als den von der Sonne bis Horizonte halten, wenn die Sonne nur 30 Grade hoch steht, daſs man eine Höhe von 23 Graden els diejenige ansehen, wobei jene beiden Bogen als gleich geschätzt wer-An diese Beobachtung knüpft SMITH die Frage, wie groſs um den Mittelpunct der Erde beschriebene Kugel seyn e, damit ein Bogen ihres gröſsten Kreises so erscheine, daſs Beobachter e auf der Oberfläche der Erde den Bogen an un-lem Winkel = 23°, den eben so groſsen Bogen bn unter Winkel von 67° sehe. Es sey bn = na = A, so ist Fig. 82.

$$ef = r\,(\text{Cos. } A - \text{Cos. } 2A),\quad nf = r\,\text{Sin. } A,$$

$$\text{also Tang. } neb = \text{Tang. } 67° = \frac{\text{Sin. } A}{\text{Cos. } A - \text{Cos. } 2A}$$

$$\text{das ist Tang. } 67°.\ (\text{Cos } A - \text{Cos.}^2 A + \text{Sin.}^2 A) = \text{Sin. } A$$

$$\text{oder Tang. } 67°.\ \{1 + \text{Cos. } A - 2\,\text{Cos.}^2 A\} = \text{Sin. } A$$

$$\text{Tang. } 67°.\ \{1 - \text{Cos. } A\}\ \{1 + 2\,\text{Cos. } A\} = \text{Sin. } A$$

$$\text{Tang.}^2\, 67°\ (1 - \text{Cos. } A)\ (1 + 2\,\text{Cos. } A)^2 = 1 + \text{Cos. } A.$$

üſste also Cos. A aus der cubischen Gleichung

$$\text{Cos.}^3 A - \tfrac{3}{4}\,\text{Cos. } A + \tfrac{1}{4}\,\text{Cotang.}^2\, 67°.\ \text{Cos. } A = \text{Cotang.}^2\, 67° + \tfrac{1}{4},$$

$$A - 0{,}7049553.\ \text{Cos. } A = 0{,}2049553 \text{ gesucht werden.}$$

Gleichung giebt Cos. A = 0,9585, also A = 16° 34′, den ganzen Bogen = 33° 8′.

Hierbei ist vorausgesetzt, daſs das Himmelsgewölbe sich als Kugelabschnitt zeige; ob das der Fall ist, könnte man n, wenn man verschiedene Bogen eines Verticalkreises mit der vergliche, und zum Beispiel den Augenblick wahr-

[1] Vollst. Lehrbegr. d. Optik, bearb. v. KÄSTNER. S. 56. 416.

nähme, wenn zwei am Horizonte stehende Sterne unserm eben so weit von einander schienen, als zwei nahe am stehende; indeſs müſste man ziemlich viele solche Beoba gen anstellen, um ein brauchbares Mittel zu erhalten. man aber den Durchschnitt des Himmelsgewölbes für Kreisbogen an, so kann man jetzt die Abstände ae, a und jeden andern berechnen, und findet für die Höhe ea = 3,3 × be, für die Höhe = 15°; en = 2,2 × l daſs der Mond am Horizonte, weil wir ihn 3½ mal so als im Zenith schätzen, uns auch 3½mal so groſs im Dur ser vorkommen muſs.

Da wir den Mond im Horizonte nicht immer gleic schätzen, sondern ihn vorzüglich dann sehr groſs zu sehe nen, wenn er bei noch starker Dämmerung und hinter Wolken aufgeht, so muſs uns ohne Zweifel zu solchen auch das Himmelsgewölbe flacher, einem gröſsern Kre entsprechend, scheinen, als zu anderer Zeit.

Auch die Erscheinung anderer Phänomene am Him leidet, vermöge dieses unrichtigen Urtheils, eine Modi Steht der Mond 23 Grade hoch und ist von einem Ri 22 Grade Halbmesser umgeben, so reicht dessen unter bis an den Horizont, und da wir des Mondes Abstand v nith nicht viel gröſser schätzen, als sein Abstand vom Ho so müssen wir die obere Hälfte des Ringes für viel ausgedehnt, als die untere halten[1]. Etwas Aehnliche für die Breite des Regenbogens in seinem obern und Theile, für die Abstände beider Regenbogen von e u. s. w. gelten.

Zur Geschichte dieser Untersuchungen führe ich n Folgendes an. Daſs Ptolemaeus in seiner Optik etwas sage, scheint ungegründet zu seyn[2], obgleich Roger Ba ses[3] behauptet hatte. Ptolemaeus und Strabo[4] hal Gröſserscheinen des Mondes vielmehr der Strahlenbrech geschrieben — auch die auf dem Boden des Wassers g Gegenstände erschienen gröſser. — Alhazen hat sch

1 Vergl. Newton's Beob. Optice. am Ende des 2ten Buch
2 G. XL. 378.
3 Perspect. p. 118. ed. Combach.
4 Μεγ. Συνταξις I. 3. Strab. Geogr. III. 95.

Erklärung, der auch HOBBES und GASSENDI beitraten. 'enen, welche diese Meinung bestritten haben, nennt EY vorzüglich GOUYE und MOLINEUX[1], und MAIRAN GIS[2], der von MALEBRANCHE[3] widerlegt wurde. MA-HE nämlich erklärte dieses jugement naturel, nach das Himmelsgewölbe uns am Horizonte entfernter us der Menge der Gegenstände, die wir dort zwischen len Grenzen des Horizonts gewahr werden.

che Schriftsteller haben die anscheinende Gröſse des am Horizonte aus seinem wegen der Dünste matteren klärt[4], aber gewiſs ist der vorhin angeführte Grund der g der richtigere. Daſs die Schwächung des Lichtes Dünste noch mehr beitrage, jenes unrichtige Urtheil ken, läſst sich wohl nicht leugnen, denn darauf scheint il die Ungleichheit unserer Schätzung zu beruhen, in-ja manchmal bemerken, der Mond erscheine beim Auf-nz ungewöhnlich groſs. Unter denjenigen, welche eben die oben angegebne Ursache der Täuschung er-nuſs ich doch noch MAIRAN besonders anführen, weil allgemeine Frage, wie uns der durch ein brechendes gesehene Boden eines Gefäſses erscheine, auch die Be-knüpfte, wie nach dioptrischen Gründen ein halbku-er Himmel durch die das Licht brechende Luft uns er-müsse. Er fand aber, daſs die daraus entstehende Ab-von der Kugelgestalt ganz unbedeutend sey[5], und n MALEBRANCHE's und SMITH's Erklärung als die n[6]. *B.*

---

schichte der Optik. S. 504. Mém. de Paris pour 1700, und sact. pr. 187.

m. de Paris pour 1740. p. 50.

cherche de la vérité. L. I. cap. 7. und Journ. des Savans 3.

LER Briefe an einen deutschen Prinz. 3 Th.

m. de Paris. 1740. p. 47.

ÜGEL macht in seiner Uebersetzung von Priestley's Geschichte S. 510. die Bemerkung, der Mond erscheine bei andern en am Horizonte nicht gröſser. Dabei müſste man wohl überlegen. Wenn der Mond voll ist, geht er gerade zu auf und unter, wo man die Gegenstände noch deutlich er-l also eine Veranlassung findet, dem Monde in Gedanken

Himmelskugel.

Künstliche; *Globus coelestis artificialis*; Globe céleste; *Artificial Globe.* Eine Kugel, auf wel-cher die Gestirne in ihrer richtigen gegenseitigen Lage aufgetra-gen und die Kreise gezogen sind, deren wir uns zur Bestim-mung der Lage derselben bedienen. Durch ihre angemess-Befestigung in einem Gestelle, worin sie sich um ihre Axe dr-hen läſst, dient sie, um die Erscheinungen der täglichen Bew-gung nachzuahmen, und das zu versinnlichen, was wir in B-ziehung auf die Erscheinungen am Himmel berechnen oder wa-nehmen können.

Da wir durch den bloſsen Anblick gar nicht über den u-gleichen Abstand der verschiedenen Gestirne belehrt werden, referiren wir sie alle auf eine Kugelfläche, und obgleich e-eigenthümliche Täuschung unsers Urtheils uns die Gestirne Horizonte etwas anders als am Zenith zeigt[1], so finden wir d-darin keinen Grund, von der Vorstellung, als wären alle St-auf einer Kugelfläche, abzugehen.

Einrichtung der künstlichen Himmelskugel.

Da die wichtigsten Puncte und Kreise, deren wir an d-Himmelskugel bedürfen, um die Lage der Sterne genau an-geben, auf der künstlichen Kugel gezeichnet werden müs-so nimmt man zuerst zwei Puncte, auf demselben Durchmes-liegend, an, welche die *Pole des Aequators* vorstellen, P und S

---

eine gröſsere Entfernung beizulegen; geht er dagegen, in völlig fi-rer Nacht unter, so erinnere ich mich allerdings, ihn wohl für grö-ſser als bei hoher Stellung, aber minder groſs, als beim Vollmo-gehalten zu haben. Geht er bei Tage auf, so sollte er uns groſ-vorkommen; ich besinne mich aber nicht, ihn am Tage so kurz nac-seinem Aufgange, oder vor seinem Untergange gesehen zu haben. Indeſs ist es gewiſs, daſs wir auch den in der Dämmerung nahe a-Horizonte stehenden Neumond für sehr groſs ansehen. Zur Literat-gehört noch Gassendi's mit unerträglicher Weitläuftigkeit geschri-bene Abhandlung de apparente magnitudine solis humilis et sublim Opera Tom. III. Vergl. Art. *Gesicht.* Th. IV. S. 1452.

1 S. Art. *Himmel.*

ese Pole als Mittelpuncte werden die unter sich parallelen ·eise, und der gröſste Kreis; AQ, welcher *den Aequator* lt, gezeichnet. Dieser ist in jedem seiner Puncte 90° n Polen entfernt, und theilt den Himmel in die *nördliche* *idliche* Halbkugel. Ferner zeichnet man die durch beide ehenden gröſsesten Kreise, zum Beispiel ZPQNSAZ, *Meridiane* oder *Mittagskreise* heiſsen. Indem man die equator parallelen Kreise so zeichnet, daſs sie auf diesen ianen allemal 10 Grade zwischen sich abschneiden, und man durch jeden zehnten Grad des Aequators einen Mezeichnet, theilt man die ganze Kugel in einzelne Felder, lche die Sterne sich dann leicht nach ihrer geraden Aufng und Abweichung eintragen lassen. Die Wichtigkeit, e der Ort der Sonne für uns hat, giebt die Veranlassung, lie Sonnenbahn, *die Ekliptik*, aufzuzeichnen, und dieses esten, ehe noch die Sterne eingetragen sind, weil erst der Durchschnittspunct der Ekliptik mit dem Aequator, der der *Frühlings-Nachtgleiche*, den Anfangspunct der geAufsteigung angiebt. Um die Ekliptik aufzutragen, nimmt von dem in seine einzelnen Grade getheilten Aequator $23\frac{1}{2}$, oder wenn die Gröſse der Kugel Minuten abzunehmen bt, 23° 28′, und trägt diese auf irgend einem Meridiane einen Pole an auf, zeichnet um diesen neuen Pol, welcher einen *Pol der Ekliptik* vorstellt, einen gröſsten Kreis der el, welcher *die Ekliptik* ist, die den Aequator unter einem ikel von 23° 28′ schneidet. Jenem Pole gerade gegen über man den andern Pol der Ekliptik auf. Man zeichnet ferner den Pol des Aequators einen durch den Pol der Ekliptik gelen Kreis, denjenigen Kreis, welcher auf der Erde der *Po-reis* heiſst, und um eben den Pol des Aequators einen 23° vom Aequator entfernten Kreis, welcher den *Wendekreis* stellt. Eben solche Kreise zeichnet man auch um den an- Pol des Aequators; GF, KI, stellen die Wendekreise , ED, TL, die Polarkreise. Die Sterne werden dann nach n geraden Aufsteigungen und Abweichungen aufgetragen, ei zu bemerken ist, daſs wegen des Vorrückens der Nachthen diese Aufzeichnungen nur einem bestimmten Zeitpuncte prechend seyn kann, und nach dem Laufe *vieler* Jahre die melskugel nicht mehr mit dem Himmel übereinstimmt.

Fig. 83.

Damit man nun die Erscheinungen der täglichen Bewegung

nachahmen, und so nachahmen könne, wie es den vers
nen Orten auf der Erde angemessen ist, dient die Ein
des Gestelles, dessen Hauptttheile sich so übersehen lass
einem messingenen Ringe, APQSA, welcher der M
heifst, wird die Kugel an den Polen des Aequators dur
Stifte festgehalten, so dafs sie sich um eine durch be
gezogene Axe drehen kann. Dieser feste Meridian ist
360 Grade getheilt und zwar so, dafs bei A und Q Nu
bei P und S dagegen 90 Grade.

Dieser messingene Ring ruht in den einander gerade
überstehenden Einschnitten des von vier Säulen unter
horizontalen Kreises HOR, welcher den *Horizont*
Indem nämlich die Kugel mit ihrem Meridianringe in
Horizonte ruht, befindet sich die eine Hälfte der H
kugel über dem Horizonte, die andere unter dem Ho
und wenn man die Kugel um ihre Axe dreht, so gehe
Sterne auf, während andre untergehen. Der Horizo
eine hinreichend breite Fläche darzubieten, um nicht b
Eintheilung nach Graden und nach den Weltgegenden a
gen, sondern noch einen Kalender, die Länge der Sonn
den Tag und dergleichen aufzuzeichnen.

Damit nun die Kugel gerade diejenigen Sterne ü
Horizonte zeige, welche an einem bestimmten Orte ü
Horizonte erscheinen, giebt man dem festen Meridiane
Stellung auf dem Horizonte, oder rückt ihn in seinen E
ten so herum, dafs der eine Pol, der Nordpol, wenn j
stimmte Ort sich auf der nördlichen Halbkugel der Er
det, so hoch über dem Horizonte liegt, als es die Pol
Ortes fordert. Da die Himmelsgegenden auf dem H
bemerkt sind, so mufs man den Nordpol um so viele Gr
den Nordpunct des Horizontes erheben, als es die
Polhöhe des Ortes fordert. Ich will in der Folge imme
men, der Beobachtungsort liege auf der nördlichen H
indem sich die Anordnung für südliche Orte dann vo
ergiebt. Hat man die Kugel so gestellt, so sieht man
Drehung, welche Sterne durch das Zenith des Ortes geh
sieht für jeden einzelnen Stern, ob er für diesen Ort
oder immer unter dem Horizonte bleibt, oder ob er z
gehört, die nie untergehen und ihren ganzen scheinbare
lauf über dem Horizonte vollenden; man sieht, welc

stern im Meridian erreicht, in welchem Puncte des Hori-
er aufgeht und untergeht. Damit man auch die Zeit sei-
erweilens über dem Horizonte, und die Zeitpuncte, wo
isse Stellungen erreicht, bestimmen könne, dient die bei
brachte in 24 Stunden getheilte Scheibe mn, über wel-
in mit der Kugel sich drehender Zeiger sich fortbewegt.
findet sich nämlich in P, als Verlängerung der Drehungs-
ein runder Stift, auf welchem der Zeiger mit erheblicher
ng, jedoch so daſs man ihn mit der Hand herumschieben
während die Kugel ruhet, festsitzt. Wird also die Ku-
drehet, so macht dieser gegen die Kugel in unveränderli-
Stellung verharrende Zeiger die Drehung mit, und durch-
die Abtheilungen der Scheibe mn so wie ein Uhrzeiger.
t man einen Stern unter den festen Meridian und schiebt
eiger auf 12 Uhr, dreht aber dann die Kugel zum Beispiel
ge, bis der Zeiger auf 1 Uhr steht, so hat man die Stellung
ternes, wie sie 1 Stunde Sternzeit nach seiner Culmination
Man pflegt einen beweglichen Gradbogen von 90 Graden
e an der Himmelskugel zu haben, der an jedem Puncte des
a Meridians angeschraubt werden kann; befestiget man die-
mit seinem Ende im höchsten Puncte der Kugel, welcher
das Zenith des Beobachters vorstellt, legt ihn an den Stern
ler eben angegebenen Stellung, wie sie eine Stunde nach
Culmination ist, so kann man auf dem Gradbogen seinen
tand vom Zenith ablesen, und sein Azimuth bestimmen, in-
man auf dem Horizonte ablieset, wie weit vom Südpuncte
Gradbogen den Horizont trifft.

Die künstliche Erdkugel ist völlig ebenso eingerichtet
aufgehängt, nur daſs auf ihr die Länder, Meere, Inseln,
ge, Ströme aufgezeichnet sind. Auf ihr begrenzen die bei-
Wendekreise die heiſse Zone, die beiden Polarkreise die
en Zonen; die Ekliptik aber braucht auf der Erdkugel gar
ht aufgetragen zu werden.

Wie man diese Kugeln verfertigt, gehört nicht hierher; da
aber sehr gewöhnlich die auf den Globus aufzutragende
hnung auf ebene Flächen aufzutragen, und in einzelnen
ifen zum Aufkleben einzurichten pflegt, so muſs ich doch
der Zeichnung dieser Sectoren der Kugelfläche noch einige
rte sagen. Da kein Theil der Kugelfläche sich in eine Ebene

ausbreiten läfst, so ist die Forderung, Sectoren von der I
Fig. ABCD, zu zeichnen, die sich auf die Kugel auflegen la
84. nicht ganz genau zu erfüllen; man rechnet aber darauf, dafs
in der Ebene ungleich langen Linien ABC und AC durch
nige Dehnung auf der Kugelfläche eine gleiche Länge erh
werden, wenn nur die Breite BD nicht zu erheblich ist.
bestimmt daher nach Mafsgabe der Gröfse der Kugel, wie
solche Streifen man aufkleben mufs; bei kleineren Kugeln
die Breite BD 30 Grade $= \frac{1}{6}$ AC betragen, bei gröfsern Ku
von 2 Fufs Durchmesser dürfen es nur 18 Grade seyn,
BD $= \frac{1}{10}$ AC und so ferner. Für den letzteren Fall wi
man die Regeln zur Zeichnung der Streifen so angeben kö
Man berechnet aus dem gegebenen Halbmesser der Kugel
den halben Umfang $= r\pi$, und da ABC $= r\pi$ werden
OB aber $= \frac{1}{20} r\pi$, so mufs man auf BD den Mittelpunct
Kreisbogens ABC so nehmen, dafs sich der Bogen AB zu
nem Quersinus BO verhalte, wie $1 : \frac{1}{10}$, und dieses findet
wenn AEB $= 11\frac{1}{2}°$, also $AE = BE = \frac{r\pi}{2 \cdot 0{,}201} = r.7$,
ist. Mit diesem Radius werden die beiden Kreisbogen A
ADC gezeichnet, deren Länge $= r\pi$ wird, während die
rade Linie AC $= 3{,}116 \cdot r$ etwas kürzer ist. Die Parallelk
werden aus Bogen dfg zusammengesetzt, deren Radius man
Cotangente der geographischen Breite proportional nimmt.
Vorsichten, die wegen der nicht bei jedem Papiere glei
Zusammenziehung nach dem Abdruck, nöthig sind, mufs
ganz übergehen[1].

Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugel.

Die Aufgaben, die sich an der künstlichen Erdkugel a
sen lassen, sind mannigfaltig, und noch mehrere bieten sic

1 Pieter Smit wird als der erste angegeben, der in s. Co
graphia, of Verdeelinge van de geheele Wereld. Amsterd. 1720
Gründe für diese Zeichnung angegeben hat. Doppelmayr in de
öffnung der Bion'schen mathem. Werkschule 1721. Kästner de fa
globis obducendis, in den Comm. soc. Gotting. 1778 und Lowi
den Comment. soc. Gott. antiqu. Tom I. ad annum 1778. habe
diesen Regeln umständlicher gehandelt.

Himmelskugel dar. Ich will nur einige der erheblichsten erwähnen.

1. In Beziehung auf die Erdkugel.

Um den Abstand zweier Orte von einander zu messen und ichtung, nach welcher hin man vom einen zum andern muſs, zu bestimmen, stellt man die Kugel auf die Pol- des einen Ortes und bringt diesen unter den festen Meri- in den höchsten Punct der Kugel. Man befestigt hier den lichen Gradbogen, legt ihn so, daſs er an dem andern nliegt, und sieht nun erstlich, wie viele Grade und Theile raden zwischen beiden Orten enthalten sind, woraus sich ntfernung in Meilen leicht ergiebt; zweitens bemerkt man unct des Horizonts, wo der so gelegte Gradbogen ein- det, und wenn dieser zum Beispiel genau Süd-Süd-Ost so wäre dieses die Richtung, nach welcher man vom er- rte zum zweiten reisen muſs.

an will wissen, wie viel Uhr es in Calcutta ist, wenn es don 3 Uhr ist. Um dieses an der Stundenscheibe abzu- bringt man Calcutta unter den Meridian und stellt den nzeiger auf 3 Uhr, man dreht dann die Kugel so fort, ach und nach die westlichern Orte unter den Meridian n, und zwar so lange, bis London im Meridian ist, dann der Uhrzeiger an, wie viel Uhr in Calcutta mit 3 Uhr in einerlei ist; denn da der Stundenzeiger um so viele n fortgeht, als dem Längen-Unterschiede gemäſs ist, so lcutta nun eine so viel spätere Zeit. Will man auf der gel die Antipoden eines Ortes suchen, so muſs man den hmen, welcher während der eine Ort unter dem festen an ist, gleichfalls unter demselben an der andern Seite findet, und zwar so tief unter dem Horizonte, als jener emselben. Will man die Nebenwohner des Ortes finden, lt man am besten die Kugel so, daſs der Aequator mit orizonte zusammen fällt, bringt den ersten Ort unter den Meridian, und sucht auf der andern Seite des Meridians rt auf, welcher eben so hoch über dem Horizonte steht. egenwohner endlich findet man, wenn man bei eben der g der Kugel den Punct sucht, welcher auf *einerlei* Seite h mit unter dem festen Meridiane steht, und sich eben so er dem Horizonte befindet als jener Ort über demselben ist.

2. In Beziehung auf die Himmelsku

Schon oben ist gelegentlich erwähnt, dafs man de melsglobus auf die Polhöhe des Ortes stellen mufs, für \ man die Erscheinungen darstellen will; die zu beantwo Fragen sind dann ungefähr von folgender Art.

Wie lange Zeit verfliefst zwischen dem Durchgange gegebener Sterne durch den Meridian? Man stellt den l ger auf 12 indem der eine unter dem Meridiane ist, un die Kugel bis der andre zum Meridiane kommt; die Z Stunden auf dem Kreise der Stundenscheibe giebt den Z terschied.

Man will wissen, in welchem Puncte des Horizon Stern aufgeht und wie lange er über dem Horizonte bleib dies zu wissen, bringt man den Stern in den Meridian u Uhrzeiger auf 12; man bringt den Stern nun bis zum H und sieht, um wie viele Stunden der Zeiger fortgerückt i durch man sogleich die halbe Zeit seines Verweilens üb Horizonte erhält; der Punct des Horizontes, wo der Ste sen erreicht, giebt zugleich die Himmelsgegend seines gangs oder Aufgangs an.

Will man die Tageslänge und den Aufgangs- oder gangspunct der Sonne finden, so mufs man aufsuchen, \ ihre *Länge* in der Ekliptik an diesem Tage ist, dieser den man in der auf der Himmelskugel gezeichneten l leicht findet, wird dann ebenso behandelt, wie es so e Beziehung auf einen Stern angegeben ist.

Will man zu irgend einer Stunde der Nacht die Gest der Himmelskugel in derjenigen Stellung gegen den H sehen, wie sie dann wirklich stehen, so mufs man zuer der die Kugel auf die Polhöhe des Ortes stellen, dann al unsre Uhren nach Sonnenzeit gehen, den Ort der Sor diesen Tag in der Ekliptik aufsuchen. Diesen Punct, i chem die Sonne sich an dem Tage gerade befindet, brin oberhalb des Horizontes unter den festen Meridian und st Uhrzeiger auf 12; die so gefundene Stellung der Kuge dann die Lage der Gestirne gegen den Horizont um den des Beobachtungstags, und man mufs nun die Kugel sovi Westen fortdrehen, bis der Zeiger die verlangte Aben angiebt, dann hat man die Stellung der Gestirne zu dieser

ınd kann mit Hülfe der Himmelskugel sich leicht am orientiren. Will man einen Planeten am Himmel aufso mufs man aus irgend einem astronomischen Kalender desselben für diesen Tag bestimmen, und auf der ufsuchen, wo man dann leicht übersieht, zu welcher nan ihn bequem auffinden kann.

ache Aufgaben sind von der Art, dafs sie eine sorgfältige erechnung nicht gerade verdienen, und diese löst man m mit Hülfe der Himmelskugel auf. Dahin gehört die ach den bei den Dichtern vorkommenden Aufgängen und ngen der Gestirne. Aber wenn man die Frage, wann en Aegyptiern akronyktisch oder kosmisch aufging[1], been will, so reicht es nicht zu, die Kugel auf die Polner Gegend zu stellen, sondern man müfste auch die Umspole der Kugel selbst so wählen, wie es für jene Zeiemessen war[2].

e Zeit, da die Dämmerung an irgend einem Tage sich, findet man, wenn man einen mit dem Horizonte pa- Kreis, 18 Grade unterhalb entfernt von demselben an- und bei richtiger Stellung der Kugel nach der Polhöhe tes, an der Stundenscheibe bestimmt, zu welcher Zeit nct, wo die Sonne sich an dem gegebenen Tage befindet, Tiefe unter dem Horizonte erreicht.

Inter den zahlreichen Werken, welche Anleitung zu sol- Anwendungen der Himmelskugel geben, zeichnete sich las von Scheibel[3] aus, und noch immer ist es ein brauchBuch. Eine ähnliche Anleitung geben Voigt[4] und Prän- Das Nöthigste findet man indefs auch in den die ganze nomie oder mathematische Geographie umfassenden popu- Schriften.

---

1) S. Art. *Aufgang.*

2) Cassini (Mém. de Paris. 1708. hist. 93.) hat Vorschläge dazu t, und einen so eingerichteten Globus besessen. Aehnliche Ein- ıgen sind auch angegeben: Phil. Tr. for 1738. Vol. XL. p. 201.

3) Vollständiger Unterricht vom Gebrauche der künstl. Himmels- rd-Kugel. Breslau 1785. 8.

4) Kosmographische Entwickelung der vornehmsten Begriffe und üsse, welche bei der zweckmäfsigen Benutzung der künstlichen ls- und Erd-Kugel erforderlich sind. Weim. 1810.

5) Erdglobuslehre. Amberg 1809.

Historische Notizen.

Die Modelle der Himmelskugel bei den Alten, von chen FABRICIUS redet[1], sind nach GEHLER's Meinung gr theils Armillarsphären gewesen. GASSENDI giebt an, da DOXUS von Knidus 190 Jahre vor Christo die Sternbilder ARATUS auf eine Sternkugel aufgetragen habe. Für Erd giebt PTOLEMAEUS Regeln an[2]. Aus den Zeiten der sind einige Himmelskugeln auf unsre Zeiten gekommen[3], 13. Jahrhundert verfertigt seyn müssen. In den spätern haben REGIOMONTANUS, SCHONER, HARTMANN und Himmelskugeln verfertigt; BEHAIM hat, (nach DOPPELM Erzählung[4] gegen das Ende des 15. Jahrh. künstliche Erd verfertiget. Im 16. Jahrh. zeichnete sich FRACASTORI in GEMMA FRISIUS, GERH. MERCATOR und JODOCUS durch Verfertigung künstlicher Erdkugeln aus, und TY BRAHE brachte 1583 eine messingne Himmelskugel von Durchmesser zu Stande. WILH. JANSON und JOH. BLAEU oder CAESIUS in Amsterdam waren in ähnlicher H im 17. Jahrh. berühmt. Eine Erdkugel von 7 Fuſs Durc ser von WILH. BLAEU's Erben soll noch in der Kunstk in Petersburg aufbewahrt werden. ANDREAS BUSCH aus burg erbaute (1656 bis 1664) für den Herzog FRIEDRIC HOLSTEIN eine Kugel von 11 Fuſs Durchmesser; sie stell innen den Himmel, von auſsen die Erde vor, und hatte an der Axe einen Tisch, auſsen am Horizonte eine G Sie soll gleichfalls in Petersburg aufbewahrt werden. Vo WEIGEL's Kugeln[5] soll eine, worin 30 Personen Raum h sich noch in Copenhagen befinden.

Im Anfange des 18. Jahrh. zeichnete VINCENZ CORO sich durch Arbeiten dieser Art aus, und verfertigte für Lu

---

1 Biblioth. graeca L. IV. cap. 14. p. 455; auch p. 95.

2 Ptol. Geogr. I. c. 22.

3 BEIGEL's Nachricht von einer arabischen Himmelskugel fischer Schrift. im Berl. Jahrbuch. 1808. S. 97. und ASSEMANNI caelestis cufico-arabicus Musei Borgiani illustratus. Patavii 1790.

4 Nachricht von Nürnbergischen Mathematicis und Kü Nürnb. 1750. S. 1.

5 Beschreibung der verbesserten Himmels- und Erd Jena 1681.

W. zwei Kugeln von 13 Fuſs Durchmesser. Gerh. Valk, L'Isle, Moll, und in Deutschland Ludwig Andreae in ..berg, die Homann'sche Officin, Endersch in Preussen ..ten viele Globen. Später 1752 hat noch Rob. de Vaugon.. ..ine 6 füſsige Kugel geliefert, und die kosmogr. Gesellsch. ..psala, Adams in London, La Lande in Paris sich damit ..äftigt[1]; so auch Bode in Berlin und Klinger in Nürnberg, ..em Franz in Nürnberg folgte. Die von Riedig in Leip.. ..is zu 15 Par. Zoll Durchmesser verfertigten Himmels- und ..ugeln (ehemals bei Schreiber's Erben in Leipzig, jetzt ..opp in Berlin) gehören zu den Vorzüglichen, aber auch ..om Industrie-Comptoir in Weimar sind gut.

Einige Vorschläge, wie man die Globen so einrichten solle, ..ie für alle Zeiten angemessen gestellt werden können, ha.. ..h oben erwähnt. Von Bertier's Globen, die als Sonnen- ..n dienten, um die Zeit anzugeben, wenn sie auf die rich.. Polhöhe gestellt waren, findet sich in den Pariser Memoiren ..ine sehr kurze Beschreibung[2]. *B.*

Hodometer.

Wegmesser; Schrittzähler; *Perambula-* *Viatorium;* Hodomètre; *Hodometer*, *Pedo-* ..r, *Perambulator;* bezeichnet diejenigen Werkzeuge, ..telst deren man die Länge eines zurückgelegten Weges ..bei wirklichen Vermessungen die Entfernung gewisser ..e von einander zu bestimmen suchte. Die Idee ist sehr ..enn schon Vitruv[3] beschreibt einen solchen für Wagen ..chiffe bestimmten Apparat, und Julius Capitolinus[4] ..t gleichfalls darauf hin. Im Jahre 1550 bediente sich Joh. ..el, Leibarzt der Königin Katharina von Medicis eines ..ometers bei seiner bekannten Gradmessung zwischen Paris ..Amiens, welcher aus einer Vorrichtung bestand, daſs ein ..mer bei jeder Umdrehung des Rades an eine Glocke im Wa-

1 Ich bin hier fast ganz Gehler's Angabe gefolgt.

2 Mem. de Paris pour 1770. hist. p. 117.

3 De Architectura L. X. c. 14.

4 Beckmann Beiträge zur Gesch. d. Erf. I. 16.

gen anschlug. Einen andern soll Kaiser Rudolph II. un erfunden haben, und Levin Hulsius beschreibt einen glei tig durch Paul Pfinzing, Rathsherrn in Nürnberg erfun welcher noch jetzt in der Kunstkammer zu Dresden be seyn soll[1]. Ebendaselbst findet man den Wegmesser, sich Kurfürst August von Sachsen um jene Zeit be Sauveur[2], Meynier[3], Outhier[4], Boistissandeau Zeiher werden gleichfalls als Erfinder oder Verbesserer Werkzeuge genannt, und letzterer bediente sich einer s Maschine bei der sächsischen Landesvermessung[6]. In England wurden durch Edgeworth[7], Tugwell[8], und andere Apparate dieser Art erfunden oder verbe In Deutschland wurde hauptsächlich derjenige We bekannt, dessen sich Nicolai auf seinen Reisen bediente Erfindung des Kaufmanns Catel in Berlin[11], noch me und allgemeiner der durch Hohlfeld erfundene, welche de Lüc auf seinen Reisen mit sich führte[12], und mit w man schon zu Brander's Zeiten, so wie auch später b entworfenen sächsisch-preufsischen Gradmessung vorläu Standlinien auszumessen pflegte. Ganz neuerdings hat d eine eben so sinnreiche als wesentliche Verbesserung er Blofs diese verdienen hier eine Beschreibung, weil sie Naturlehre als Anwendungen der Gesetze des Schwerpunct nannt zu werden pflegen.

Hohlfeld's Schrittzähler zuvörderst ist ein sehr e
Fig. 85. aber hinreich gebaueter Apparat. Die vier sichtbaren gehen durch die auf sie gezeichneten Ziffern die Zahl der S

1 Kleine Chronik Nürnberg's Altorf. 1790. 8. 76.

2 Bion mathem. Werkschule, verb. durch Doppelmayr. 1741. 8. 101.

3 Hist. de l'Acad. 1724. p. 96. Mach. et invent. approuv.

4 Ebend. 1742. p. 143. Mach. et inv. app. VII. 175.

5 Hist. de l'Acad. 1744. p. 61.

6 Jablonskie allgem. Lexicon. Leipz. 1767. II. p. 1730.

7 Bailey's Mach. I. 59.

8 Repertory of Arts. VI. 249.

9 Ebend. XIII. 73.

10 Encyclop. Brit. Art. Perambulator.

11 Nicolai Reis. durch Deutschl. I. Vorr.

12 Lichtenb. verm. Schrift. VI. 161.

welche gemacht sind. Mit der vorderen, 4 Z. langen und breiten messingnen Scheibe a b c d läuft eine zweite hin-arallel, und beide haben zwischen sich einen Raum von ., in welchem die den Zeigern zugehörigen Räder und Ge-liegen. Jeder Zeiger hat nämlich ein Rad mit 60 Zähnen ein Getriebe mit 6 Zähnen, so dafs das Getriebe 10 mal fen mufs, um das ihm zugehörige, am nächstfolgenden r befestigte Rad einmal herumzudrehen, weswegen denn ewegungen der folgenden Zeiger im Verhältnifs von 1 : 10 :1000 an Geschwindigkeit abnehmen. Blofs der oberste r hat kein Getriebe, weil er kein folgendes Rad mehr in gung setzt, der unterste Zeiger aber enthält statt des Rades Scheibe, welche durch den Mechanismus des Gehens um-het wird, und dadurch seinen eigenen, so wie alle folgen-eiger, in Bewegung setzt. Der Hebelarm a b nämlich, wel- Fig. 86. durch eine Feder in der angegebenen Lage erhalten wird, um einen zwischen b und c liegenden Ruhepunct beweglich enthält einen federnden Fortsatz b c, dessen Ende c hinter Zähne der Scheibe α; β; α'; β'.... greift. Wird dann der larm a an dem Faden a f herabgezogen, so schiebt der be-e Hebelarm b c den Zahn α vorwärts, und drehet dadurch Scheibe so weit um ihre Axe, bis eine zweite Feder d e hin-den Zahn α' fafst, und der Scheibe das Rückgehen unmög-macht. Sobald man aber den Faden a f nachläfst, drückt ersgenannte Feder den Hebel wieder in seine anfängliche , und das federnde Ende c zieht sich über den nächstfol-den Zahn zurück, bis es hinter denselben in β eingreift. Bei zweiten Zuge schiebt dasselbe diesen Zahn gleichfalls wärts, bis d e den Zahn β' festhält, und wenn man daher ganzen Schrittzähler in seinem Futterale vermittelst eines ens im Gürtel befestigt, an den Faden a f eine elastische nur knüpft und deren Ende am Fufse befestigt, so wird der elarm a b bei jedem Schritte herabgezogen, und die Zeiger n die Zahl der Schritte an. Die starke Feder g h am unte- Fig. 87. Bleche des Apparats dient dazu, den Hebel a b d jederzeit er zurück zu drücken.

Das Hodometer, welches Hohlfeld erfand, oder vielmehr früheren Entwürfen verbesserte, wird entweder dreieckig besser rund gemacht, und ist nach einem Exemplare, wel-ich habe verfertigen lassen, von folgender Beschaffenheit.

Das Ganze besteht aus einem Cylinder von 5 Par. Z. Du
ser, einen starken Ueberzug von sehr dickem Leder mi
net, und 2,25 Z. Höhe. Rechnet man den Raum de
blattes mit, welcher durch einen starken Deckel von
mit zwischenliegendem Leder fest zugeschroben, und a
Weise gegen das Eindringen des Staubes und Wassers
längerem Eingetauchtseyn in letzteres völlig gesichert
wird der ganze Cylinder durch den Boden und das Z
nebst noch einem, beiden parallelen Bleche in drei Rä
theilt, deren erster die Zeiger, der zweite die Räder
Fig. 88. dritte ein dreieckiges Bleigewicht enthält. Letzteres bi
nen Kreissector a b c, ist 2 bis 2,5 Lin. dick und daher b
lich schwer, und an einer in Zapfenlöchern leicht bew
Axe α festgemacht, welche am vorderen, durch das Zi
gehenden Ende einen langen Zeiger trägt. Indem
Schwerpunct dieses Bleigewichtes nicht weit über eine
bis c gezogne Linie, also bedeutend unter α fällt, so m
selbe allezeit herabhängen, wenn der Cylinder um sei
gedrehet wird, und die Zeigerspitze durchläuft also b
solchen ganzen Umdrehung einen ganzen Kreis auf d
ferblatte.

In der mittleren Abtheilung des Cylinders hat die
woran das Bleigewicht hängt, ein Getriebe mit 6 Zäh
welches ein Rad mit 60 Zähnen eingreift, dessen Axe gl
durch das Zifferblatt hervorragt, und daselbst einen Zeig
welcher hiernach bei 10 Umdrehungen des Cylinders um
Axe einen ganzen Kreis durchläuft. Dieser ist in 10 Th
theilt, und jede zugehörige Zahl giebt also von 1 bis
Umdrehungen des Cylinders um seine Axe an. Nach
Fig. 89. gleichen Systeme sind auf dem Zifferblatte noch fünf
Zeiger vorhanden, im Ganzen also die in der Figur gez
ten sieben, und die eingeschriebenen Zahlen geben den
der Abtheilungen an, welche der Zeiger durchläuft. Is
das Hodometer zugeschroben und mit seinem ledernen F
überzogen, nachdem man alle Zeiger auf 0 gestellt hat,
ferner auf einer geeigneten Unterlage von Holz zwische
Speichen des Wagenrades mit einem Riemen festgeschna
drehet sich der am Bleigewichte befestigte Zeiger a gleic
mit jeder Umdrehung des Wagenrades einmal um, und d
zunächst stehende kleinere b, dessen Rad in das Getrieb

ingreift, rückt um $\frac{6}{60}$ oder $\frac{1}{10}$ seines Kreises weiter, er
uf die Zahl 1 oder er zeigt die erste Umdrehung des Ra-
Indem auf gleiche Weise das Zählen der Radumläufe
liesen und die folgenden Zeiger fortgesetzt wird, darf
Ende des zurückgelegten Weges nur die Zahlen, über
die Zeiger b; c; d; e; f; g wirklich hinausgegangen
on der Rechten zur Linken nach der dekadischen Ordnung
eiben und mit dem Umfange des Rades in einem beque-
afse ausgedrückt multipliciren, um die Länge des zurück-
n Weges in dem gewählten Mafse ausgedrückt zu erhal-
dem bei jedem Umlaufe des Rades dessen Umfang auf
Vege sich hinwälzt oder gleichsam niederlegt. Dabei ver-
ich von selbst, dafs man die gehörige Aufmerksamkeit
den müsse, um zu verhüten, dafs nicht beim Schmieren
agens das Rad, wie gewöhnlich zu geschehen pflegt, et-
ale herumgeschwungen werde, weil widrigenfalls das Ho-
er auch diese Umdrehungen mit zählt.

t das Werkzeug auf die beschriebene Weise nach den an-
nen Dimensionen verfertigt, so lassen sich Standlinien
Vege, erstere für vorläufige Bestimmungen bei grofsen geo-
hen Operationen, letztere definitiv für den Zweck des
see-Baues mit hinlänglicher Genauigkeit vermittelst des-
messen. In diesem Falle wird die zu messende Strecke
r mit einer Walze geebnet, das Hodometer aber in ein ab-
ich für diesen Zweck verfertigtes Rad gesetzt, welches ei-
benen und genau gemessenen Umfang hat, und auf einer
zwischen zwei Bäumen nach Art eines Schubkarrenrades
uft. Um die Bewegung dieses Rades gleichmäfsiger zu
en und nicht durch die der übrigen Räder zu stören, wie
inem gewöhnlichen Wagen unvermeidlich ist, werden dann
äume von einem Menschen gehoben, und das Rad wälzt
sanft über die geebnete Fläche hin, wobei nur hauptsäch-
auf Beibehaltung der geraden Richtung zu sehen ist. Min-
enau fällt die Messung aus, wenn man den Apparat in das
eines gewöhnlichen Wagens schnallt, inzwischen hat er
hierfür Dauerhaftigkeit genug, wenn er anders mit der er-
rlichen Sorgfalt gearbeitet ist. Zu diesem Ende und mit
sicht auf die möglicherweise erforderlichen Reparaturen
der hintere Deckel auf eine Unterlage von Leder mit Fett
nkt festgeschroben, nach Wegnahme desselben und Los-

machung des Bleigewichtes kann ferner das Zwischenbl… schen der hinteren und mittleren Abtheilung weggel… werden, um zum Räderwerke zu kommen, das Zifferbl… gegen ist festgelöthet, und wird durch seinen Deckel au… den Rand bedeckenden ledernen Ringe vermittelst eines Schlüssels völlig wasserdicht verschlossen. Endlich ist … ze Apparat auswärts mit einem fetten Firnifs zur Abhalt… Wassers stark überzogen, und in ein Futteral von dick… der eingeschlossen. Die Einheit beim letzten Zeiger 100000, das Hodometer zählt demnach eine Million Um… gen des Rades, und wenn man den Umfang des Rades … annimmt, so misst dasselbe 15 Millionen Fuſs, oder, d… graphische Meile zu 22841 F. angenommen, 656 Meilen dafs man nöthig hat, auf dieser langen Strecke nur einm… zusehen, wenn dieses nicht aus andern Gründen wünsche… ist. Bei dieser Vollkommenheit des Instrumentes w… nicht, ob dasselbe durch das sogleich zu beschreibend… troffen wird, und wenn dieses wirklich der Fall ist, … der Grund nur in dem dabei angewandten höchst sinnreic… chanismus liegen.

Wer der Erfinder des zunächst folgenden Hodomet… kann ich nicht angeben, erinnere mich aber sehr genau i… 1825 von dem bekannten Mechaniker Lueders in G… gehört zu haben, dafs Liebherr in München Wegemes… fertige, wobei er die bekannten *hunting wheels* de… länder in Anwendung bringe. Der näher von ihm besch… Mechanismus war der nämliche als bei demjenigen, des… nach Dingler's Angabe[1] Colclough auf seinen Reisen… te. Das ganze, in natürlicher Gröfse abgezeichnete Ins… besteht aus einem starken messingnen Bleche a a, an des… rem Rande ein hohler Cylinder b b fest verbunden ist. … die Höhlung von diesem geht sehr willig eine Schraub… Ende, welche an dem einen Ende vierkantig und mi… Kranze versehen ist, um nicht tiefer in den Cylinder hi… gehen, am andern aber in eine männliche Schraube end… welche das Ende f mit dem ränderirten Kranze so ges… wird, dafs sich die Schraube ohne Ende willig in dem

Fig. 90.

1 Polytechnisches Journ. XXV. 95. entlehnt aus Bullet… Soc. d'Encouragement. Nro. 271. p. 12.

r drehen läfst. Der Cylinder ist entweder in der Mitte
n c c ganz, oder nur am unteren Theile bis in die Mitte
hnitten, so dafs die Schraube ohne Ende daselbst sicht-
rd. Auf dem starken Bleche a a sind aufliegend zwei
grofse, um die gemeinschaftliche Axe g bewegliche Rä-
, in deren Zähne die Schraube ohne Ende c c eingreift,
i jeder eigenen Umdrehung um einen Zahn weiter schiebt,
elmehr gleichfalls um ihre Axe drehet. Hierbei besteht
ie sinnreiche Einrichtung, dafs das eine, auf der Messing-
zunächst aufliegende Rad, dessen Theilung unter den
m m m hervortritt, nur 99, das über demselben befind-
ber 100 Zähne hat, eine unmerkliche Differenz, welche
Zähne gleichmäfsig vertheilt es nicht hindert, dafs bei-
ler durch die nämliche Schraube ohne Ende umgedrehet
. Indem aber bei jeder Umdrehung der Schraube ohne
c beide Räder um einen Zahn weiter rücken, die Zähne
dern aber mit seiner Theilung h h zusammenfallen, so
ler Zeiger d mit seiner herabgehenden Spitze die Zahl der
hungen jener Schraube e unmittelbar an. Auf dem her-
henden Rande dieses Rades befindet sich dann der kleine
i, welcher bis auf die Theilung des hinteren, der Mes-
heibe zunächst anliegenden Rades herabgeht. Nach 100
ehungen der Schraube ist dann das hintere Rad um einen
zurück, und da die Theilung auf demselben der Zahl sei-
ähne correspondirt, so zeigt der Zeiger i dann auf 1 der
ung, und giebt somit die Hunderte der einzelnen Umdre-
n der Schraube ohne Ende an, welche der Zeiger d be-
et; beide Zeiger zählen diesemnach zusammengenommen
100 oder 9900 Umdrehungen der Schraube. Um diese
noch zu vervielfältigen, ist der nach seiner Seiten-Ansicht
lers gezeichnete Zeiger k angebracht, welcher in l auf dem Fig. 100.
des äufseren Rades um einen Stift drehbar mit einer un-
ts herabgehenden Spitze m in die spiralförmigen Win-
n auf der Fläche des der Messingscheibe zunächst anlie-
n, oder hinteren Rades eingreift. Nach 9900 Umdrehun-
r Schraube ohne Ende ist dann das hintere Rad um eine
Umdrehung zurückgeblieben, der Zeiger k aber um eine
ung der Spirale weiter gerückt, und zeigt auf seiner Thei-
welche auf dem hierfür eigends gebogenen Radius m' auf-
en ist, die Zahl 1, nach abermals 9900 Umdrehungen die

Zahl 2, und hat die Spirale, wie in der Figur, 6 Windu so geben alle drei Zeiger zusammengenommen 6 × 99 59400 Umdrehungen der Schraube ohne Ende an. Das H meter wird dann, nachdem f abgeschroben und die Sch gelüftet ist, um die beiden Räder frei zu bewegen und all Zeiger auf 0 zu stellen, in dieser letzten Anordnung wied gerichtet, auf eine solche Weise in eine eiserne oder mess Büchse gebracht, daſs die beiden kantigen Enden der Sch in den Wandungen derselben unbeweglich festsitzen, wä das Hodometer selbst durch sein eigenes Gewicht oder dieses nicht genügt, durch ein unten angebrachtes Bleig beim Umdrehen der Büchse um deren Axe allezeit loth herabhängt, und sich um die feste Schraube umdrehet; di se Büchse wird dann zwischen zwei Speichen eines Wag so gestellt, daſs die Axe der Schraube mit der Axe des parallel ist, wonach also das Hodometer sich bei jeder U hung des Rades einmal um die Axe seiner Schraube drehet, lich die Umdrehungen des Rades zählt und hiernach die L des Weges miſst, auf welchem sich der Umfang des Rade derholt hingewälzt hat.

Vergleichen wir die beiden beschriebenen Hodomete einander, so verdient das letztere wegen seiner groſsen Ein heit und seines sinnreichen Mechanismus entschieden den zug, auch glaube ich, daſs dasselbe bei gleich sorgfältiger führung dauerhafter ausfallen wird, als das von Hohlfel gegebene. Dagegen gewährt dieses den Vortheil, daſs der fang seines Zählens über 16 mal gröſser ist, denn es zäh eine Million Umdrehungen, statt daſs dieses nicht bis 6 reicht. Die Spirale läſst sich allerdings mehr vervielfachen lein ich glaube nicht, daſs sie füglich mehr als 10 Wind haben kann, in welchem Falle das Hodometer 99000 Um hungen des Rades zählen würde, und daher nur ein Zeh von denjenigen zu erreichen vermöchte, welche jenes zählt. ben diesem hat das Hohlfeld'sche Hodometer noch den Vo daſs man von demselben den Deckel abschrauben kann, u Zahlen des Zifferblattes abzulesen und erforderlichen Fal Zeiger wieder auf 0 zu stellen, ohne das ganze Instrumen dem Rade zu nehmen, welches bei dem zuletzt beschrie mindestens nicht so leicht geschehen kann.

M.

Höhe eines Ortes.

ltitudo loci; Hauteur d'un lieu; *Height of a place.*

Die Höhe eines Punctes über einer Ebene ist die Länge des n jenem Puncte auf diese Ebene gefällten Perpendikels. Som wir also bei nahe liegenden Orten die Horizontalfläche als ene ansehen, denken wir uns durch den einen Ort eine sole Ebene gelegt, um die Höhe des andern über diesem zu beomen.

Bei weiter von einander entlegenen Puncten denken wir uns rch den einen eine Kugelfläche, deren Mittelpunct mit dem ttelpuncte der Erde zusammenfällt, und ziehen vom andern en Radius nach dem Mittelpuncte der Erde, dessen aufserb jener Kugelfläche liegender Theil die *Höhe des letztern über ersten ist.* Wenn man ohne weitere Bestimmung von der he eines Ortes spricht, so versteht man die Höhe über der eres-Oberfläche, oder denkt sich die Oberfläche des Meeres ein regelmäfsiges Sphäroid, bis dahin fortgesetzt, wo der sich befindet, dessen Höhe angegeben werden soll; die von sem Puncte auf die Fläche des Sphäroids gezogene Normalie ist dann die Höhe des Punctes.

Die Mittel zur Höhenmessung sind das Nivelliren, trigoetrische Messungen und barometrische Messungen. Da von letztern und auch vom Nivelliren[1] besonders gehandelt wird, will ich nur von den trigonometrischen Höhenmessungen ei Worte sagen. Sie kommen darauf hinaus, dafs man mit m Winkel-Instrumente die scheinbare Höhe des Punctes, man bestimmen will, an dem Orte abmesse, von dessen Honte aus die Höhenangabe gerechnet werden soll. Da man Einflufs der Krümmung der Erde mit vollkommener Genauit in Rechnung bringen kann, so können hier nur aus zwei ständen Fehler hervorgehen; aus Unrichtigkeit der Beobach und aus unrichtiger Berechnung der Strahlenbrechung. Bei grofsen Genauigkeit unserer Wasserwaagen und unserer gelten Kreise, kann die erstere Unrichtigkeit in sehr enge nzen beschränkt werden, denn da 1 Sec. Fehler in der Höbestimmung selbst auf 100000 Fufs Entfernung nur ½ Fufs ler hervorbringt, so wird dieser Fehler selbst bei einer Un-

1 S. *Wasserwägen.*

sicherheit von einigen Secunden nie erheblich seyn. Desto mehr ist aber ein von der Refraction abhängender Fehler zu fürchten. Gegenstände am Horizonte ändern bei verschiedenem Zustande der Luft ihre scheinbare Höhe um mehrere Minuten und obgleich diese Aenderung geringer ist, wenn der Beobachter sich selbst ziemlich hoch über der zwischen ihm und dem beobachteten Gegenstand liegenden Ebene befindet, so bleibt der Einfluſs des Zustandes der Luft immer noch bedeutend. Man sieht in vielen Fällen Gegenstände, die für geradlinige Lichtstrahlen hinter der Wölbung der Erde versteckt seyn sollten und sieht zu andern Zeiten diese Gegenstände nicht u. s. w. Wenn man von beiden Puncten aus gegenseitige Messungen in gleichen Zeitmomenten machte, so würde man in jedem Falle wichtige Belehrung erhalten, und wenn man einen Zeitmoment träfe, wo der Winkel, den die Verticallinien mit einander machen, zusammen genommen mit den Winkeln, die zwischen der Gesichtslinie und den nach dem Nadir gerichteten Linien, 180° machte, so könnte man annehmen, daſs da die Lichtstrahlen geradlinig fortgegangen wären. Wegen dieser durch die Strahlenbrechung bewirkten Unsicherheit sind manchmal auch die trigonometrischen Höhenmessungen, die man sonst mit Recht als Probe für die barometrischen ansieht, fehlerhaft, und bei Gegenständen, die sehr nahe an der Oberfläche des Meeres oder einer Land-Ebene liegen, darf man sich gar nicht darauf verlassen.[1]

B.

Höhe eines Gestirns.

Altitudo astri; Hauteur d'un astre; *apparent altitude.* Die scheinbare Höhe eines Gestirns über dem Horizonte wird durch den an der Himmelskugel gezeichneten, von dem Gestirne senkrecht auf den Horizont gezogenen Bogen abgemessen, oder sie ist gleich dem Winkel, dessen Spitze im Auge des Beobachters, dessen einer Schenkel horizontal und der andere Schenkel nach dem Gestirne zu gerichtet ist. Diese

---

1 Zu welchen seltsamen Schlüssen Höhenbestimmungen, bei denen auf die ungleiche Strahlenbrechung nicht gesehen würde, führen könnten, zeigen Beispiele in Brandes Unters. über die Strahlenbrechung. S. 9. 10.

es Gestirnes macht mit dem Abstande vom Scheitel
e.

nn der Beobachter sich nicht auf einer erheblichen Hölet, und wenn zugleich der Horizont frei ist, so ist cheinen eines Gestirns über dem Horizonte seine Höhe d ohne Rücksicht auf die zufällige Stellung des Beobennen wir diejenige Zeit die Zeit des Aufgangs, wo des Abstand vom Scheitel 90°, seine Höhe = 0° ist. Die erreichen ihre gröſste Höhe im Meridian. Wenn man Höhen-Angabe die Bestimmung des Azimuth verbindet, ie Lage des Gestirns für einen gegebenen Augenblick stimmt.

respondirende Höhen nennt man die gleich groſsen Höe ein Gestirn vor und nach der Culmination erlangt. Sie htig, weil bei einem Gestirne, welches seine Declinader Zwischenzeit nicht ändert, aus der Zeit der gleihe die Zeit der Culmination als gerade in der Mitte zwiiden liegend, unmittelbar gefunden wird. Die correnden Sonnenhöhen geben so die Zeit des wahren Mit, doch muſs man bei dieser Bestimmung darauf Rücksicht , daſs die Sonne in der Zwischenzeit ihre Declination Die Hauptformel für diese Correction läſst sich leicht Da nämlich[1], wenn h die Höhe, φ die geographische δ die Declination des Gestirns bei der einen, $\delta + d\delta$ andern Beobachtung und ς der Stundenwinkel bei der $\varsigma + d\varsigma$ bei der andern Beobachtung ist, $\text{Sin. } h =$ $\text{Sin. } \delta + \text{Cos. } \varphi . \text{Cos. } \delta . \text{Cos. } \varsigma$, und auch $\text{Sin. } h =$ $\text{Sin.} (\delta + d\delta) + \text{Cos.} \varphi \text{Cos.} (\delta + d\delta) \text{Cos.} (\varsigma + d\varsigma)$ gefunden so muſs $0 = d\delta . \text{Sin.} \varphi \text{ Cos. } \delta - d\delta \text{ Cos. } \varphi \text{ Sin.} \delta \text{ Cos. } \varsigma$ ς $\text{Cos. } \varphi \text{ Cos. } \delta \text{ Sin. } \varsigma$ oder $d\varsigma = d\delta \left(\frac{\text{Tang.} \varphi}{\text{Sin.} \varsigma} - \delta \text{ Cotang. } \varsigma\right)$ seyn, und diese Correction ist zureichend, weil clination sich zwischen den beiden Beobachtungen eines Taht erheblich ändert. Man findet in den Sonnentafeln eine h berechnete Tafel, welche die Correction des aus gleiHöhen abgeleiteten Mittags enthält. von Zach hat sie

---

[1] Vergl. Art. *Abstand vom Scheitel.*

allgemeiner gemacht, um sie auch auf die gleichen Hö Planeten anzuwenden[1].

Da die Beobachtung gleicher Höhen oft vereitelt wi dem man Nachmittags zum Beispiele die Sonne in dem blicke nicht sieht, wo sie in der bestimmten Höhe er sollte, so hat man die Zeitberechnung aus halb - corr renden Höhen, das ist aus solchen, wo eine wenig versc Reihe von Höhen Nachmittags mit einer früh beobachte henreihe verglichen wird, abzuleiten gelehrt[2].

Wie man aus einer Reihe von Höhenbeobachtungen B. mit dem Wiederholungskreise schnell nach einander a sind, ohne jede einzelne Beobachtung zu berechnen, findet, wie man gleiche Höhen verschiedener Sterne u. s. w. lehren die Handbücher der Astronomie[3].

Höhenmessung.

Barometrische; *altitudinum mensura barometri;* **mesure des hauteurs par les obs ons du baromètre;** *barometrical Measurement* bald man die richtige Vorstellung gefasst hatte, dass es de der Luft sey, durch welchen das Quecksilber im Ba auf einer bestimmten Höhe erhalten werde, so war der G sehr natürlich, dafs das Quecksilber im Barometer sinken wenn man letzteres auf einen Berg bringt. Da nämlich a des Berges die ganze, bis zur Grenze der Atmosphäre reichende Luftsäule mit ihrem gesammten Gewichte den hervorbringt, welchen dort die Barometerhöhe abmifst, s dieser Druck, und dem gemäfs auch die Barometerhöhe, a Gipfel des Berges offenbar um soviel geringer seyn, als Gewicht des nun unterhalb liegenden Theiles der Luftsäu dert. Diese Ueberlegung veranlafste Pascal den Vers veranstalten, den auf seinen Rath Perrier am 19. Sept zuerst ausführte, dafs ein Barometer auf den nahe bei Cl

1 Nouvelles tables d'aberration et de nutation etc. und (astronomique. XIII. 210.

2 De Zach Corr. astron. III. p. 598.

3 Littrow theoret. Astron. I. p. 117.

ınden Puy de Dome gebracht und dort beobachtet wurde [1]. Barometer fiel etwas mehr als 3 Zoll auf diesem etwa 3000 hohen Berge, und es liefs sich also schliefsen, dafs dieses Mittel zur Bestimmung der Berghöhe sey. Ob Pascal die Gedanken aus Descartes Mittheilung aufgefafst hatte, wie einem Briefe des Descartes geschlossen werden kann, ist wifs [2].

Mariotte, der das Gesetz, wie die Dichtigkeit der Luft Drucke abhängt, kannte [3], gab zuerst Regeln an, wie man Höhen aus Beobachtung des Barometers berechnen könne; te indefs darin, dafs er glaubte, das Barometer falle schon ine ganze Linie, wenn man nur um 60 Fufs steigt, und n sich gar nicht unbrauchbare Methode seiner Rechnung daher zu ganz unrichtigen Resultaten [4]. Er berechnete lich, um wie viel man allemal steigen müsse, um das Baro- r um $\frac{1}{12}$ Linie fallen zu sehen, eine Methode, auf welche ogleich noch wieder zurückkommen werde.

Halley zeigte [5], wie man sich bei dieser Berechnung am eilhaftesten der Logarithmen bediene, und seine Formel immer die Grundlage dieser Rechnungen bleiben, obgleich Bestimmung der Dichtigkeit der Luft noch nicht genau war, die Rücksicht auf die wegen der Wärme und anderer Um- nöthigen Correctionen damals noch nicht bekannt waren. emühungen anderer Physiker, um die Berechnung zu ver- n, werden sich besser verstehen lassen, wenn ich vorher heorie der Höhenmessungen mittheile.

Theorie der Höhenmessungen.

Wäre die Luft ein unelastisches Fluidum, so würde offen- wenn man aufwärts steigt, der von ihr ausgeübte Druck

1 Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la d'air. Paris 1663, und auch in dem Discours sur la vie de l vor dessen Oeuvres, à la Haye. 1779.

2 Ren. Descartes epistolae. Amst. 1682. P. III. Ep. 67.

3 Nach v. Lindenau hat Rich. Townley das unter dem Namen Mariotte'schen Gesetzes bekannte Gesetz früher als Mariotte ge- t. Tables barom. de de Lindenau. p. XX.

4 Mariotte discours sur la nature de l'air, in Oeuvres de Mari- à la Haye 1740. Tome I. vgl. G. Ann. XXXVI. 169.

5 Philos. Tr. nr. 181. for the Y. 1686. p. 104.

stets um gleiche Gröfsen abnehmen, wenn man um glei
hen steigt, und da die Höhe des Quecksilbers im Barom
sen Druck abmifst, so würde das Quecksilber immer u
viel sinken, wenn man seinen Standpunkt um gleich vi
het. So aber verhält es sich nicht, sondern da wo das l
ter hoch steht, ist die Luft durch einen gröfsern Druck
men geprefst, also dichter, und eine Luftsäule von be
Höhe wiegt also hier mehr, als in den Gegenden, wo
weniger Druck leidet, oder das Barometer niedriger ste

Ueberall ist das ganze Gewicht der über uns befi
Luftsäule so grofs als das Gewicht einer Quecksilbersä
eben der Grundfläche und einer Höhe der Höhe des Que
im Barometer gleich; das heifst, wenn man sich einen
len Cylinder, z. B. von 1 Zoll Durchmesser denkt, der
an die höchste Grenze der Atmosphäre erstreckt, und ei
meter von 1 Zoll Durchmesser, in welchem man die H
Quecksilbers über dem Niveau des Quecksilbers im Gefä
im kürzern Schenkel beobachtet, so ist das Gewicht der i
Cylinder enthaltenen ganzen Luftsäule genau gleich[1] d
wichte der Quecksilbersäule von 1 Zoll Durchmesser u
derjenigen Höhe, welche durch die Barometerhöhe b
wird. Steigt man in jener Luftsäule so hoch hinauf, d
Quecksilber im Barometer um 1 Linie sinkt, so ist das G
der zwischen beiden Stationen enthaltenen Luftsäule g
grofs, als das Gewicht von einer 1 Linie hohen Quecksilb
und man könnte so das specifische Gewicht der Luft a
bestimmen Orte, in Vergleichung gegen das specifische G
des Quecksilbers bestimmen, so wie MARIOTTE und andr
than haben, oder wenigstens es zu bestimmen versuchte
einziges Experiment der Art, wenn es mit vollkomme
nauigkeit ausgeführt wäre, würde, wenn man an Ungl
der Wärme nicht zu denken und andre Nebenumständ
in Betrachtung zu ziehen brauchte, zureichen, um eine T
berechnen, wie hoch das Barometer in jeder gegebene
stehen müfste, nämlich auf folgende Weise.

Wenn man von dem Orte, wo das Barometer 336
= 28 Zoll hoch steht, um 75 Fufs steigen mufs, da
Quecksilber im Barometer 1 Linie sinke, so trifft ma

1 Wenn man auf die Abnahme der Schwere in der Höhe ni

ine Luft, die nur einen Druck, welcher durch 335 cksilberhöhe abgemessen wird, leidet; ihre Dich- so in dem Verhältniss von 336 zu 335 geringer, als rn Schicht, und wenn eine Luftsäule von der unten en Dichtigkeit 75 Fuſs hoch seyn muſs, um ebenso- gen, als eine Quecksilbersäule von 1 Linie hoch, dem höhern Standpuncte die dünnere Luftsäule

ıfs = 75,224 Fuſs hoch seyn müssen, um ebenso-

gen. Man muſs also von dem ersten Standpuncte Fuſs gestiegen seyn, damit man das Barometer hoch finde. Hier ist die Dichtigkeit der Luft nur

enigen, die unten statt fand, und man muſs auf's Neue

= 75,449 Fuſs steigen, das ist bis zu 225,673 Fuſs, arometer bis zu 333 Linien sinken soll. So geht hnung fort, und man findet $\frac{336}{333} \cdot 75 = 75{,}676$;

$75{,}904$; $\frac{336}{331} \cdot 75 = 76{,}133$; $\frac{336}{330} \cdot 75 = 76{,}364$;

$76{,}599$; $\frac{336}{328} \cdot 75 = 76{,}829$; $\frac{336}{327} \cdot 75 = 77{,}064$;

$77{,}301$; $\frac{336}{325} \cdot 75 = 77{,}540$; $\frac{336}{324} \cdot 75 = 77{,}778$;

rd hiernach

ıeterhöhe =	336‴	mit der Höhe =	0,
	335‴	. . . . . . =	75,
	334‴	. . . . . . =	150,224
	333‴	. . . . . . =	225,673
	332‴	. . . . . . =	301,349
	331‴	. . . . . . =	377,253
	330‴	. . . . . . =	453,386
	329‴	. . . . . . =	529,750
	328‴	. . . . . . =	605,346
	327‴	. . . . . . =	682,178
	326‴	. . . . . . =	759,242
	325‴	. . . . . . =	836,543
	324‴	. . . . . . =	914,083

zusammen gehörig finden, und so die Rechnung ohne Schw rigkeit fortsetzen können. In einer Höhe, wo das Quecks nur noch 14 Zoll = 168 Linien hoch stände, müfste man Fufs steigen, um das Barometer 1 Linie fallen zu sehen.

Bei dieser Berechnung der Höhen, welchen ein bestim Barometerstand entspricht, wurde jede Schicht von 75 hoch oder bis 77 Fufs hoch als gleichförmig dicht angese aber dieses ist offenbar nicht strenge richtig, da vielmehr Dichtigkeit bei jeder viel geringern Aenderung der Höhe ungleich ist. Um die Untersuchung genauer zu führen, k man die als gleichdicht angesehenen Luftschichten niedrig nehmen; aber die vollkommene Berücksichtigung der nach Gesetze der Stetigkeit erfolgenden Aenderungen findet erst i Differentialrechnung statt. Ich suche daher sogleich die Diff tialgleichung für die Aenderung des Barometerstandes.

Es sei D die Dichtigkeit der Luft an demjenigen Pun Atmosphäre, wo das Quecksilber im Barometer die Höhe hat, dann ist in einer Höhe = h, wo die Barometerhöhe ist, die Dichtigkeit bei gleicher Wärme $= \frac{D p}{P}$, und eine säule von der Höhe = dh, übt einen Druck $= \frac{D.p.dh}{P}$ indem man hier am besten die Dichtigkeit des Quecksilbers setzt, und den Druck blofs durch die Höhe ausdrückt, heifst, den Druck als auf eine = 1 gesetzte Grundfläche kend ansieht. Dieser Druck beträgt aber soviel als das Ge einer Quecksilbersäule von der Höhe = dp, da das Queck ber um dp sinkt, indem man in der Luft um dh steigt. also

$$dp = -\frac{D.p}{P}.dh,$$

das heifst, eine Quecksilbersäule von der Grundfläche = 1 Dichtigkeit = 1 deren Höhe = dp ist, wiegt eben so viel eine Lufsäule von der Grundfläche = 1, Dichtigkeit = $\frac{D}{P}$ und Höhe = dh. Diese Differentialgleichung $\frac{dp}{p} = \frac{-D}{P}$ giebt aber $\log. \frac{Const.}{p} = \frac{Dh}{P}$, oder wenn h = 0 ist, da,

ist, log. $\frac{P}{p} = \frac{Dh}{P}$; $h = \frac{P}{D}$. log. $\frac{P}{p}$. Dieses ist die rmel für die Höhenmessungen, die man zu bequemerem he leicht auf brigg'sche Logarithmen zurcükführt, indem mit 2,302585 multiplicirt. So lange man natürliche Lon anwendet, ist $\frac{P}{D}$, oder die Gröſse, mit welcher der ied der Logarithmen beider Barometerstände multiplieden muſs (*der barometrische Coefficient*) die Höhe eitsäule, welche von überall gleicher Dichtigkeit = D grofsen Druck, als die Quecksilbetsäule im Barometer Höhe = P ausüben würde. Wenn die Dichtigkeit der ızig nach dem Mariotte'schen Gesetze bestimmt würde und htigkeit des Quecksilbers unveränderlich wäre, das heiſst, nan keine Ungleichheit der Temperatur berücksichtigen, so bliebe dieser Coefficient ganz ungeändert, welchen terstand = P man auch mit der dazu gehörigen Dichtigr Luft = D annähme; denn da bei einem andern Baroande = p, die Dichtigkeit = d = $\frac{D \cdot p}{P}$ ist, so hat man $\frac{p}{d} = \frac{P}{D}$.

ach den von Biot und Arago angestellten Versuchen[1] man bei der Temperatur des aufthauenden Eises die Dichder trocknen atmosphärischen Luft, bei einem Drucke 76 Meter, = $\frac{1}{10463}$ der Dichtigkeit des Quecksilbers, also P = 0,76 Meter = 336,9049 Linien und $\frac{P}{D}$ = 417 Fuſs = 7951,88 Meter. So hoch ist also die Luftwelche bei der angegebenen, an irgend einem Orte statt len Dichtigkeit eben so viel wiegt, als die darüber stehende die Grenze der Atmosphäre reichende Luftsäule.

a die brigg'schen Logarithmen mit 2,302585093 multiplirden müssen, um sie in natürliche zu verwandeln, so ist

---

[1] Biot traité d'astron. phys. Tome III. Additions p. 23. G. 178. Mém. de l'Inst. nat. pour 1806.

$$h = 56365,94 \quad . \quad \log.\ \mathrm{brigg.}\ \frac{\mathrm{Fr.\ P.}}{\mathrm{p}}$$

$$ = 18309,88 \quad . \quad \log.\ \mathrm{brigg.}\ \frac{\mathrm{met.\ P.}}{\mathrm{p}}$$

So würde die Rechnung zu führen seyn, wenn nich lich auf die Ungleichheit der Schwere in verschiedenen P der Erd-Oberfläche und Höhen über derselben Rücksi nehmen wäre, und nicht zweitens die Dichtigkeit de und des Quecksilbers bei verschiedenen Temperaturen un wäre.

Ich nehme die Betrachtung über die Ungleichhe Schwere zuerst, weil diese den barometrischen Coeffic auf eine bei allen Beobachtungen anwendbare Weise i Biot's und Arago's Beobachtungen wurden in Paris ang 185 Fuſs über der Oberfläche des Meeres in einer Brei 48° 50′ 14″, wo also erstlich die bei gröſserer Entfernun Mittelpuncte der Erde abnehmende Schwerkraft im Verh der Zahlen 1 zu $\frac{r^2}{(r + 185)^2}$ schwächer, als an der fläche des Meeres, ist, wenn r den Halbmesser der Meeres fläche in dieser Gegend bedeutet; dieselbe Quecksilbersä 0,76 Meter Höhe würde also an der Oberfläche des Mee was mehr Druck ausgeübt haben, oder umgekehrt, der angegebenen Höhe gemessene Druck würde an der Obe des Meeres durch eine Quecksilbersäule

$$= 0,76 \left(1 - \frac{370}{19600000}\right) = 0,759986 \text{ Met}$$

hervorgebracht.

Aber die Schwere ist auch zweitens in verschiedenen graphischen Breiten ungleich, und zwar so, daſs sie un Breite $= \varphi$

$$= 1 + 0,00519\ \mathrm{Sin.}^2\varphi, \text{ ist,}$$ [1]

wenn sie unter dem Aequator = 1 ist, oder daſs sie

$$= 1 - 0,002595\ \mathrm{Cos.}^2\varphi.$$

ist unter der Breite $= \varphi$, wenn sie unter 45 Grad Breite ist. Hiernach ist die Wirkung der Schwerkraft in Paris

$$\text{um } 0,002595 \ . \ 0,13355 = 0,0003465$$

gröſser, als unter 45 Gr. Breite, und jene 0,759986 Met

---

1 Vgl. *Erde.* Th. III. S. 893. *Fall.* Th. IV. S. 9.

bersäule hätte unter 45 Gr. Breite an der Oberfläche des = 0,760263 hoch seyn müssen, um eben den Druck en. Eben jener für Null Grad Wärme gültige barometri-efficient wird also unter 45 Gr. Breite an der Oberfläche des = 10463 . 0,760263 . 2,302585 = 18316,22. Meter 5,45 Paris. Fuſs.

groſs würde für 45° Breite am Meere der barometrische nt bei Null Grad Wärme seyn, wenn die Luft der freien äre ganz von Dünsten frei wäre; wegen der in ihr ent- Dünste berechnen LAPLACE, BIOT und PUISSANT ihn 4,11 Meter, wobei mir aber einige Willkürlichkeit statt n scheint [1].

jeder anderswo angestellten Beobachtung muſs man in ng auf die beiden eben erwähnten Umstände eine Cor-anbringen. Es ist nämlich das Gewicht der kleinen le von der Höhe = dh und der Dichtigkeit $= \frac{Dp}{P}$, las Product

$$\frac{D.p.dh}{P} (1 - 0{,}002595. \text{Cos. } 2\varphi) \frac{r^2}{(r+h)^2}$$

ücken, wenn die Beobachtung in der geographischen = φ und der Höhe = h über dem Meere angestellt ist, n hat daher, da dieses Product

$$\frac{D.p.dh}{P} \left(1 - \frac{2h}{r}\right) (1 - 0{,}0026 . \text{Cos. } 2\varphi)$$

werden kann,

$$= \frac{-D.dh}{P} \left(1 - \frac{2h}{r}\right) (1 - 0{,}0026 . \text{Cos. } 2\varphi)$$

$$\frac{\text{Const.}}{P} = \frac{D}{P} h \left(1 - \frac{h}{r}\right) (1 - 0{,}0026 . \text{Cos } 2\varphi).$$

Iat man die Barometerhöhen P' und p' in den Höhen H und r dem Meere und in nahe gleicher geographischer Breite beobachtet, so ist der diesen Barometerhöhen zugehörige

$$P = P' . \left(1 - \frac{2H}{r}\right) (1 - 0{,}0026 . \text{Cos. } 2\varphi),$$

$$\text{d } p = p' \left(1 - \frac{2h}{r}\right) (1 - 0{,}0026 . \text{Cos. } 2\varphi),$$

[1] Siehe unten.

und man hätte, wenn (p) den Werth =

$$P'\left(1-\frac{2H}{r}\right)(1-0{,}0026.\ \mathrm{Cos.}\ 2\varphi)\ \text{bedeut}$$

$$\log.\ \mathrm{Const.} = \log.(p) + \frac{D}{P}.\ H\left(1-\frac{H}{r}\right)(1-0{,}0026.\mathrm{Cc}$$

$$\text{folglich}\ \log.\ \frac{P'\left(1-\frac{2H}{r}\right)}{p'\left(1-\frac{2h}{r}\right)} =$$

$$\frac{D}{P}(h-H)\left(1+\frac{h+H}{r}\right)(1-0{,}0026.\ \mathrm{Cos.}\ 2$$

Um diese verwickelte Formel in allen Fällen, wo di maltemperatur statt findet, mit zureichender Genauigkeit wenden, ist es am besten, *zuerst die oberflächlich be Höhe* = $h' - H'$, *aus der Formel* $h' - H' = 5638$ brigg. $\frac{P'}{p'}$ *in Pariser Fuſsen zu berechnen, und nun*

letzten Formel, worin $\log.\ \frac{P'\left(1-\frac{2H}{r}\right)}{p'\left(1-\frac{2h}{r}\right)} =$

$$\log.\ \frac{P'}{p} + \log.\left(1+\frac{2(h-H)}{r}\right)$$

$$= \log.\ \frac{P'}{p'} + \frac{2(h-H)}{r}\ \text{für natürliche Logarithme}$$

$$= \log.\ \text{brigg.}\ \frac{P'}{p'} + 0{,}868.\left(\frac{h-H}{r}\right)\ \text{ist, \textit{die Form}}$$

$$h-H = 56385\left(1+\frac{H'+h'}{r}\right)(1-0{,}0026.\mathrm{Co}$$

$$\left\{\log.\ \text{br.}\ \frac{P'}{p'} + \frac{0{,}868.(h'-H')}{r}\right\}$$

zu geben.

Um diese, fast immer unbedeutenden Correctionen immer alle zu wiederholen, will ich von jetzt an h — H = K. log. $\frac{P}{p}$ setzen, und man könnte, nach Puissant's Beme allenfalls die Correction wegen ungleicher Einwirku

1 Traité de Géodésie Livre 6. Chap. 5.

were ganz weglassen, wenn man K = 1,00321 setzte, dann r auf die Feuchtigkeit der Luft noch besonders Rücksicht nte.

Die Wärme hat auf diese Bestimmungen einen zweifachen lufs. Zuerst war die Bestimmung, dafs die Dichtigkeit des ksilbers = 1 sey, offenbar nur auf eine gewisse Tempera- wir nehmen hier an, die des aufthauenden Eises, anwend- und da das Quecksilber nach Dülong und Petit, sich bei n Grade des Réaumürschen Thermometers um $\frac{1}{4440}$ aus- t, so ist die Dichtigkeit des Quecksilbers $= 1 - \frac{t}{4440}$ t Graden der Wärme, und statt der uncorrigirten Höhe P p des Quecksilbers mufs man $P\left(1 - \frac{T}{4440}\right)$ und $1 - \frac{t}{4440}\Big)$ oder, was genau genug ist, statt des Quotienten $\frac{P}{p}\left(1 - \frac{T-t}{4440}\right)$ setzen. Dadurch erhält man die Zurück- ng der Barometerhöhe auf das, was sie seyn würden, wenn Quecksilber die Temperatur des schmelzenden Eises hätte, es erhellet, dafs man nur die eine Barometerhöhe um so als dem Unterschiede der Temperaturen gemäfs ist, zu giren braucht.

n Beziehung auf die Wärme der Luft ist eine zweite eriger zu bestimmende Correction nöthig. Obgleich der r $\frac{P}{D}$ oder $\frac{p}{d}$ stets einerlei Werth behalten würde, wenn Temperatur der Luft unveränderlich bliebe, so ist doch be- lich bei gleichem Drucke die Dichtigkeit der Luft geringer, die Wärme gröfser ist, und da diese Aenderung nach Lüssac für jeden Réaumürschen Thermometer-Grad $\frac{1}{213,3}$, gt, (oder = 0,00375 für jeden Centesimalgrad) so ist Dichtigkeit bei einer von 0° verschiedenen Wärme = $1 - \frac{t}{213,3}\Big)$.

Hiernach wäre die Correction leicht, wenn die ganze Luft- zwischen beiden Beobachtungspuncten eine überall gleiche me hätte; da aber dieses nicht der Fall ist, so sollte eigent-

lich die Wärme t als eine Function der Höhe in die Rech[nung] eingeführt werden, und die Gleichung $dp = -\frac{Dp}{P}$ $\left(1 - \frac{t}{213}\right)$ müfste diesem gemäfs integrirt, t aber zuvor [als] Function von h gegeben werden.

Aber die Ungleichheit der Wärme in verschiedenen Hö[hen] ist nicht immer auf gleiche Weise bestimmt, und es ist sch[wer] ihr Gesetz strenge anzugeben. Man begnügt sich daher gew[öhn]lich, die Temperatur $= T'$ in der untern, und $= t'$ in [der] obern Station zu beobachten, und $\frac{T' + t'}{2}$, als die Wärme [der] ganzen Luftsäule anzusehen, wodurch dann

$$h - H = \frac{P}{D}\left(1 + \frac{T' + t'}{426,6}\right) \log. \frac{P''}{p''}$$

$$\text{oder } h - H = 56385 \,.\, K.\left(1 + \frac{T' + t'}{426,6}\right) \log. \frac{P''}{p''}$$

hervorgeht, wenn man in $\frac{P''}{p''}$, schon den nach der Wärme [des] Quecksilbers corrigirten Werth gesetzt hat.

Kurze Darstellung der Regeln zur Höhenmessung an einem Beispiele.

1. Bei einer Beobachtung, die zur Höhenmessung die[nen] soll, mufs nothwendig mit der Barometerhöhe, gleichzeiti[g an] beiden Orten beobachtet, auch die Temperatur des Quecks[ilbers] im Barometer und die Wärme der Luft gegeben seyn. Bei [Ra]mond's Bestimmung der Höhe des Pic de Bigore über Ta[rbes] wurde auf dem Berge von Ramond, in Tarbes von Da[ngos] folgendes beobachtet.

Barometerhöhe auf dem Berge		$= p' =$	19,845 Zoll,
in Tarbes		$= P' =$	27,17 Zoll,
Temperatur des Quecksilbers	dort	$= t =$	7,°6. R,
	hier	$= T =$	14,9.
Temperatur der Luft	dort	$= t' =$	3,2
	hier	$= T' =$	15,3.

2. Es wird nun zuerst die Quecksilberhöhe so corrigi[rt,] dafs man so viele $\frac{1}{4440}$ als der Unterschied $T - t$ angiebt, v[on] der Barometerhöhe P' nimmt, und von dieser subtrahirt.

Es ist aber hier T = 14,9.

$$\begin{array}{r} t = 7{,}6 \\ \hline T-t = 7{,}3. \end{array}$$

$$\text{also } P'.\frac{(T-t)}{4440} = 27{,}17.\ \frac{7.3}{4440} = 0{,}0447.$$

$$1 - \frac{T-t}{4440}\Big) = 27{,}17 - 0{,}0447,$$

$$= 27{,}1253 \text{ Zoll} = P''.$$

Diese Barometerhöhe ist als die in der untern Station beob- anzusehen, und die oben beobachtete wird uncorrigirt, p', beibehalten.

3. Man berechnet dann zuerst die Höhe nach der einfa- logarithmischen Formel $h' - H' = 56385{,}5 \,.\, \log.\ br. \frac{P''}{p''}$.

$$\log.\ \text{brigg. } 27'',1253 = 1{,}433374$$

$$\log.\ \text{brigg. } 19{,}845 = 1{,}297651$$

$$\log.\ \frac{P''}{p''} = 0{,}135723$$

$$\text{und } 56385{,}5 \,.\, 0{,}135723 = 7652{,}81.$$

Dieses ist die uncorrigirte Höhe, die desto weniger von wahren Höhe abweicht, je weniger die Temperatur der von Null verschieden ist.

Aber wegen der Wärme fordert diese Bestimmung meinoch eine sehr erhebliche Correction. Man sucht daher Mitteltemperatur

$$\frac{T' + t'}{2} = \frac{15{,}3 + 3{,}2}{2} = 9{,}25.$$

die eben gefundene Höhe mit 213,3 und multiplicirt den mit der eben gefundenen Zahl von Graden; was kommt, wird jener Höhe zugelegt, wenn die Mitteltem- über Null ist. Man erhält aber hier

$$\frac{7652{,}81 \,.\, 9{,}25}{213{,}3} = 331{,}88.$$

7652,81 + 331,88 = 7984,7 Paris. Fuſs.

In vielen Fällen, besonders dann, wenn die Höhen sehr erheblich sind, kann man die Correctionen wegen Un- der Schwerkraft weglassen; will man sie aber anwen- muſs man in den oben gefundenen Formeln h' — H' = setzen, und sollte eigentlich nun auch wissen, wie der niedrigere Ort über dem Meere läge; da es indeſs gar

nicht nöthig ist, diese letztere Höhe genau zu kennen, so man nur obenhin sagen, einer Barometerhöhe von 27'',1 spricht ungefähr eine Höhe von 800 Fufsen, also ist

$$H' + h' \text{ ungefähr} = 9600 \text{ Fufs.}$$

Da r = 19600000, so ist

$$\frac{H' + h'}{r} = 0{,}000489.$$

$$\text{und } \frac{0{,}868 . (h' - H')}{r} = 0{,}000354.$$

Nach dem Vorigen hätten wir nun nicht mit log. br

sondern mit

$$\log.\ \text{br.}\ \frac{P''}{p''} + \frac{0{,}868 . (h' - H')}{r}$$

multipliciren sollen, wir müssen also unsern gefundenen W

da $\log.\ \text{br.}\ \frac{P''}{p''} = 0{,}1357$ war, zuerst noch um

$$\frac{0{,}000354}{0{,}1357} = 0{,}00261$$

erhöhen, also statt 7984,7, jetzt 7984,7 . 1,00261 = 8 setzen; dann aber mit

$$1 + \frac{H' + h'}{r} = 1{,}00049 \text{ multipliciren,}$$

woraus 8005,5 . 1,00049 = 8009,4 folgen würde.

6. Endlich ist dann noch zu berücksichtigen, da die in unserm Beispiele vorkommenden Orte φ = 4 1 — 0,0026 . Cos. 2 φ = 0,99982, so dafs noch 8009,4 . 0 = 1,4 von 8009,4 subtrahirt werden mufs, und 8008 würde nach allen bisherigen Regeln als die wahre Höhe d de Bigore über Tarbes gefunden werden. Die in Nr. 5 angegebenen Correctionen lassen sich in eine einzige ve deln. Da nämlich u (1 + a) (1 + b) (1 — c) sehr = u (1 + a + b — c) ist, für kleine Werthe von a, b, c, 7984,7 . (1,00261 . 1,00049 . 0,99982) = 7984,7 . 1, = 8008,0.

7. Die trigonometrische Bestimmung gab 8044 Fuß immer noch erheblich von unserm Resultate abweichend lerdings sollte auch noch eine Correction wegen der Fe keit der Luft eingeführt werden; aber diese habe ich hier a

ıt erwähnt, weil die Bestimmungen für sie noch nicht t von Sicherheit haben, den die übrigen Correctionen und weil noch andre Unsicherheiten, namentlich über eiche Abnehmen der Wärme in der Höhe statt finden, in unsre Berechnung kleine Fehler kommen können. ›en Unsicherheiten werde ich in der Folge noch mehr

re Bemühungen, die bei den Höhensungen vorkommenden constanten Zahlen zu bestimmen.

dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse, wo die der Berechnung schon mit grofser Vollkommenheit beind, ist es wohl nicht mehr angemessen, die richtigen jener constanten Zahlen aus der Vergleichung der baroıen Höhenmessung mit den trigonometrisch erhaltenen Beıgen der wahren Höhe herzuleiten. Vielmehr dürfen hl mit einem hohen Grade von Sicherheit sagen: da wir cifische Gewicht der Luft bei bestimmtem Drucke und bei nter Wärme genau kennen, da die Ausdehnung des ilbers durch die Wärme genau bekannt ist, da wir die he Einwirkung der Schwere so genau kennen, so ist es dafs bei gleichmäfsiger Wärme der ganzen Luftsäule, bei trockener Luft, bei ganz stiller Luft, und bei absoluter nmenheit der Beobachtung, die Höhe nach unsern Rehr genau müfste gefunden werden.

ıemals, als man die Dichtigkeit der Luft bei verschiedeımperaturen noch nicht so genau kannte, schien es noth;, die constanten Gröfsen aus den barometrischen Höhennungen selbst kennen zu lernen, und daraus sind, vorı da man zuweilen fehlerhafte und nicht oft wiederholte htungen zum Grunde legte, die ungleichen Bestimmun:standen, deren Kenntnifs mir jetzt nur einen sehr geringen zu haben scheint, die ich indefs, der Vollständigkeit wend um zu zeigen, wie mühsam man erst nach und nach gekommen ist, hier erwähnen will.

ner barometrische Höhen-Coefficient, den wir für trok-uft von 0 Grad Wärme, am Meere, in 45 Grad Breite

= 56385,5 Pariser Fuſs gesetzt haben, wurde aus den ält
Beobachtungen um so weniger genau bestimmt, da man auf l
gleichheit der Wärme keine Rücksicht nahm, wohl nicht ein
ganz luftfreie Barometer besaſs, und in der Kunst, sehr ge
Instrumente zu machen, noch so wenig fortgeschritten war.

MARIOTTE's unrichtige Bestimmung, nach welcher das
rometer schon an einem 63 Fuſs höhern Puncte um eine l
niedriger stehen sollte, gab die Dichtigkeit der Luft =,
in Vergleichung gegen das Quecksilber an, und hätte 9072
als den Coefficienten für natürliche Logarithmen, 9072
2,30258 = 48740 Fuſs für briggische Logarithmen angeg
Er hatte beobachtet, daſs auf 84 Fuſs das Quecksilber $\frac{4}{3}$ l
fiel [1]. In seiner Schichtenrechnung nimmt er nur 60 Fuſs
die einer Linie entsprechende Höhe an.

DE LA HIRE [2] und HORREBOW [3] nehmen richtiger 75
als die Höhe an, bei welcher das Barometer von 336 Linien
335 Linien fällt, und so würde unser Coefficient

$$= 10800 \cdot 2\tfrac{1}{4} \cdot 2{,}30258 = 58025 \text{ Fuſs.}$$

Eben die Zahl gilt auch beinahe für HALLEY's Bestimm
gen [4], jedoch da er 30 Engl. Zoll = 337,5 Paris. Lini
diese Normalhöhe rechnet, so sind es

$$10800 \cdot 2\tfrac{1}{2} \cdot 2{,}30258 = 62170 \text{ Engl. F.}$$
$$10800 \cdot 2{,}34375 \cdot 2{,}30258 = 58284 \text{ Paris. F.}$$

BOUGUER [5] hatte wohl hauptsächlich nur den Zweck
leichte Rechnungsmethode anzugeben, als er jenen Coeffic
ten auf $10000\left(1 - \frac{1}{30}\right)$ Toisen = 58000 Fuſs setzte. I
Regel ist richtig für eine Wärme von etwa 6 Réaum. Gra
und so lange, als man auf die Wärme noch nicht genau R
sicht nahm, konnte sie in vielen Fällen richtige Resultate ge

1 De la nature de l'air; in den Oeuvres de Mariotte. To
pag. 174.

2 Mém. de l'acad. de Paris 1709. p. 176.

3 Elem. phil. nat. Hafn. 1748.

4 A Discourse of the rule of the decrease of the height o
mercury in the barometer, in den Miscell. curios. London 1750.
Tr. 1686. p. 104.

5 Voyage au Perou, die dem Werke la figure de la terre
gefügt ist.

[uemer aber zur Rechnuug war TOB. MAYERS Regel[1], log. $\frac{P''}{p''}$ gradezu mit 10000 multipliciren solle, um die Toisen zu haben. Diese Regel gilt für 13¾ Gr. R:)er eine Correction für andere Temperaturen.

Bestimmungen von SCHEUCHZER, die Formeln von LI, CASSINI und LAMBERT, ebenso die achtungswer-)ühungen von CELSIUS und SCHOBER kann ich wohl rgehen, da sie theils völlig verfehlt sind, theils hinter estimmungen doch weit zurückstehen[2].

wichtiger sind DE LÜC's Bemühung für diesen Gegen- ıd obgleich wir jetzt vielleicht Veranlassung finden, die :ctem Wege gesuchten Bestimmungen als allzu mühsam anzusehen, so müssen wir doch nicht bloſs das gefun- ultat mit Dank, als sehr nahe richtig annehmen, son- ımen auch der Methode keinesweges unsern Beifall ver- Man hatte bis zu seiner Zeit die Ausdehnung des Queck- urch die Wärme, obgleich AMONTONS schon auf die Be- igung derselben aufmerksam gemacht hatte, als ganz ıend bei Seite gesetzt[3], und wie DE LÜC[4] bemerkt, t Unrecht, weil Barometer, in denen das Quecksilber nicht :ht ist, bei der Wärme eine ganz unregelmäſsige, von lehnung der mehr oder minder, im obern Raume ent- Luft, abhängige Veränderung zeigen. DE LÜC gelangte Ueberzeugung, daſs in luftleeren Barometern allerdings : Einfluſs, welchen die Ausdehnung durch die Wärme ringt, genau bestimmen lasse und nothwendig beachtet müsse; er bestimmte die Ausdehnung des Quecksilbers spuncte bis zum Siedepuncte auf 6 Linien für 324 Linien, auf $\frac{1}{54}$ für 80 Grade, also auf $\frac{1}{4320}$ für 1 Grad; dieses ch nicht genau, aber doch der Wahrheit sehr nahe kom- und es lieſs sich nun eine regelmäſsige Correction ein-

---

1 KÄSTNER's Anm. über die Markscheidekunst, nebst einer Abh. : Höhenmessen mit dem Barometer. S. 320.

2 KÄSTNER giebt an angeführtem Orte fast von allem was damals war, umständliche Nachricht und Prüfung.

3 DE LÜC Untersuchung über die Atmosphäre, Leipz. 1776. I. Th.

4 a. a. O. S. 88.

Auch auf die in Röhren von gröſserm Durchmesse als in engen Röhren einwirkende Capillarität nahm D Rücksicht, begnügte sich aber, Heberröhren an überall g Durchmesser zu empfehlen, und auf die Gröſse der Fe den Resultaten, die selbst aus geringen Beobachtungsfehle vorgehen, aufmerksam zu machen. Eben diesen Flei welchem er die Verfertigung der Barometer verbesserte, er auch auf die Thermometer, und erst nach diesen lan vielfältigen Vorarbeiten ging er an die Vergleichungen, hier eigentlich den Hauptgegenstand unsrer Betrachtu machen.

Sollte der barometrische Coefficient genau bestimm den, so muſste zugleich auch auf die Wärme der Luf sicht genommen werden; diese Betrachtung bewog D die aus verschiedenen Beobachtungen hergeleiteten H stimmungen nach der Wärme, die als Mittelwärme der Luftsäule gefunden war, zu ordnen, und dann zu unter theils welcher Coefficient einer bestimmten Temperatur re, theils welche Aenderungen eine verschiedene Te hervorbringe. Er glaubte sich zu überzeugen, daſs der cient = 60000 Fuſs = 10000 Toisen zu $16\frac{3}{4}$ Graden de zigtheiligen Quecksilberthermometers gehöre, und dieser cient mit jedem Grade sich um $\frac{1}{215}$ ändere[1]. Beides i nicht genau richtig, aber wenn man den nach DE LUC be ten Coefficienten sucht, so ist die Uebereinstimmung Wahrheit wenigstens schon viel gröſser, als die frühern sie geben, und sie würde noch besser seyn, wenn DE LU das Thermometer der Sonne ausgesetzt beobachtet, Wärme immer etwas zu groſs gefunden hätte. Obgleich D Zusammenstellung der Beobachtungen sehr mühsam un läuftig ist, so ist sie doch ein schönes Beispiel, wie wo directe Beobachtungen uns noch nicht gegeben sind, directem Wege die einwirkenden Umstände annähernd lernen kann. Er erkannte auch die noch übrig bleibenden rigkeiten sehr gut, und einige derselben sind noch imm

---

1 Um ganz genau zu vergleichen, müſste man noch d druck, bei welchem der Siedepunct des Thermometers besti in Betrachtung ziehen, was aber hier unzweckmäſsige Weitl herbeiführen würde.

; als damals überwunden [1]. Seine Thermometerscalen, elche die Rechnung erleichtert werden sollte, haben uns so wenig Werth, dafs ich sie nicht zu erklären nö- ?.

ıKELYNE wandte DE LÜC's Formeln auf englisches Mafs 'enheitische Grade an [2]. Eben das that HORSLEY, wel- feln zu bequemerer Berechnung beifügt [3]. Weit wich- d SHUCKBURGH's Bemühungen [4]. Er stellte eine grofse rometrischer Höhenmessungen an, aus denen er eine Ver- g der Formel DE LÜC's glaubte ableiten zu können, und seine Correction für die Wärme, nämlich $= \frac{1}{82}$ bei 'hermometergrade, gewifs zu grofs ist, so verdienen ine Bemühungen allen Dank.

ıen ähnlichen Zweck haben ROY's Untersuchungen [5], aber ne Zahlenbestimmungen haben sich nicht bewährt, und LAYER rieth (noch 1786) bei DE LÜC's Correction um bleiben [6].

e Bemühungen ROSENTHAL's, HENNERT's und WÜNSCH's ıe ich ganz [7]. Dagegen verdient TREMBLEY, der DE LÜC's n an wirklichen Messungen prüfte, eher erwähnt zu wer- Aus diesen Vergleichungen schliefst er, dafs der Werth efficienten $= 60000$ zu der Normaltemperatur $= 11\frac{1}{2}^{\circ}$ R. , und dafs man für jeden von dieser Temperatur abwei- ın Wärmegrad um $\frac{1}{192}$ corrigiren müsse; das würde für 0° ›efficienten $= 56406$ allerdings näher richtig geben, als ic's Regel ihn giebt. Er glaubt, DE LÜC sey bei seinen

---

II. Th. S. 258.

Ph. Tr. 1774. Nr. 64. p. 160.

Ph. Tr. 1774. p. 220.

Ph. Tr. 1777. p. 513.

Ph. Tr. 1777. Nr. 29. 1778. Nr. 32.

Abhandlung über das Ausmessen der Wärme, in Rücksicht auf ;henmessen. Leipzig 1786.

ROSENTHAL's Beiträge zur Verfertigung und Gebrauch meteorologi- nstrumente Gotha 1782. HENNERT comment. de mensurat. altit. arometri. Ultraj. 1786. WÜNSCH neue Theorie von der Atmo- und dem Höhenmessen mit dem Barometer Leipz. 1782.

In DE SAUSSURE voyages dans les Alpes Tome II. p. 616. Gé- 786.

Bestimmungen durch nicht genau richtige geometrische Be mungen der Höhe irre geleitet worden.

KRAMP's Bestimmungen[1], die sich nur auf fremde Beol tungen gründen, und ehemals nur weil sie den Gegenstand befriedigend darstellten, wichtig schienen, haben für uns ebe keinen erheblichen Werth. Er untersucht sorgfältig den Ein den die Voraussetzung einer regelmäſsig in der Höhe abneh den specifischen Elasticität der Luft auf die Höhenbestim haben würde; aber da das Gesetz, nach welchem die W in der Höhe abnimmt, zu verschiedenen Zeiten so sehr ung ist, so wird der Theorie der Höhenbestimmung damit wenig holfen. Er sowohl als GERSTNER glaubte, durch unmitt Bestimmung der Dichtigkeit der Luft vermittelst eines Man ters mehr Sicherheit in die Bestimmungen zu bringen[2].

LAPLACE, der in seinen Untersuchungen auf alle Ums Rücksicht nahm, und die Berichtigung wegen ungleicher wirkung der Schwere so, wie es oben angegeben ist, in Rechnung brachte[3], wählte denjenigen Werth des barom schen Coefficienten, den RAMOND aus zahlreichen Beobach gen in den Pyrenäen abgeleitet hatte[4], und seine Formeln nachher, als die am vollkommensten berichtigten, in s Werke aufgenommen.

RAMOND's Untersuchungen[5] waren durch LAPLACE, in der ersten Ausgabe seiner Exposition du système du m zu Beobachtungen aufgefordert hatte, veranlaſst, und verdi etwas umständlicher dargestellt zu werden. Er wählte zu se Beobachtungen den Pic du Midi de Bigorre, der frei von Sch entfernt genug von andern hohen Bergen, sich über die Et

1 Die er in seiner Geschichte der Aerostatik. Straſsburg und Analyse des refractions. chap. I. angiebt.

2 Beob. auf Reisen in das Riesengebirge von IIRASEK, H. GRUBER und GERSTNER. Dresden 1791.

3 Nach VON LINDENAU hatte PLAYFAIR schon hierauf Rücksich nommen, und auch für verschiedene Hypothesen der Wärme-Abn in der Höhe die Reohnung geführt. Transact of the Soc. of burgh. Vol. I.

4 Mécan. céleste Tome IV. Livre 10. PUISSANT traité de G sie. Livre VI. Chap. 5.

5 Mémoires sur la formule barométrique de la Mécan. cé RAMOND. (Clermont-Ferrand. 1811.)

er Tarbes liegt, erhebt, und ein sehr sorgfältiges Ni-
: hatte seine Höhe = 7964 Fuſs über dem Puncte in
egeben, wo die gleichzeitigen Beobachtungen vorzüg-
stellt wurden. Sowohl diese, als andere an verschie-
ten angestellte Beobachtungen vergleicht Ramond mit
chiedenen Formeln, wobei er jedoch die von de Lüc,
ie Höhen etwa um $\frac{1}{44}$ zu klein angebe, minder berück-
den Coefficienten, den Laplace bei seinen ersten Un-
gen auf 17972, 1 Meter = 55325 Fuſs, beinahe de
stimmungen gemäſs, gesetzt hatte, nahm er sogleich
Meter = 56622 Fuſs an, und fand, daſs dieser Werth,
in ihn, nach Laplace's Vorschrift um $\frac{1}{250}$ für jeden
Grad corrigirt, allen Temperaturen besser entspricht, als
huckburgh's und Trembley's Formeln der Fall ist;
ibley'sche Formel gebe nämlich bei hohen Temperaturen
höhe zu groſs, bei niedrigen zu klein, und seine auf
tzte Correction für jeden Grad sey also zu groſs; dage-
lte man entgegengesetzte Fehler, wenn man bei $\frac{1}{215}$
Lüc bleibe. Ist die Temperatur nicht viel von 8° R.
so stimmen alle Formeln, die von Shuckburgh, Roy,
i[1], und Trembley, mit der von Laplace nahe über-
daſs selbst für die Höhe von 6978 Meter, bis zu wel-
ay - Lüssac sich mit dem Luftballon erhob, nach der
Bestimmung von Roy nur 0,9 Meter zu wenig, nach
sten 8,7 Meter zu viel gefunden wird; bei einer Wärme
R. dagegen gab Trembley's Formel $\frac{1}{151}$ zu viel, Roy's
$\frac{1}{162}$ zu viel. Jener aus Beobachtungen in den Pyrenäen
tete Coefficient muſste nun auf die Oberfläche des Mee-
l auf die geogr. Breite von 45 Graden reducirt werden,
bt da 18336 Meter = 56446 Fuſs.

mond führt die Regeln der Berechnung darauf zurück,
in erstlich die Quecksilberhöhe um $\frac{1}{4410}$ für jeden Grad
theil. Scale ($\frac{1}{5512}$ für jeden Centes. Grad) corrigiren
dann zweitens die Differenz der Logarithmen mit 18336
multiplicire, und drittens für jeden Grad der Lufttempe-
$\frac{1}{200}$ als Correction anbringe, ($\frac{1}{250}$ für jeden Centes. Grad).
rrection wegen ungleicher Einwirkung der Schwere in
edenen Höhen könne man sich ersparen, wenn man für

[1] Der sich fast an Trembley's Bestimmungen gehalten hat.

Höhen von etwa 3000 Meter den Coefficienten 18393 beib die Correction wegen der geographischen Breite dürfe abe noch nicht vernachlässigt werden. Er zeigt an einer Rei Beispielen, wie gut der Coefficient 18393 die Correction der Schwere mit in sich einschliefse, indem selbst die Hi welcher Gay-Lüssac sich erhob, nur um $\frac{1}{1711}$ zu kl Vergleichung gegen die genaue Regel, angegeben wird.

Die Frage, ob Ramond's Coefficient = 56446 Fufs der aus Experimenten geschlossene = 56385 F. der ric ist, will ich in der Folge noch näher zu beantworten suc

So sehr diese Bemühungen Ramond's Beifall fand machte doch von Lindenau[1] die gegründete Bemerkun Ramond's für die Beobachtungen in den Pyrenäen so se passender Coefficient doch vielleicht anderen Gegenden ger angemessen seyn könne. Die astronomische Strahl chung sey am Aequator geringer, als in hoher Breite, un selbe Ursache, die dieses bewirke, müsse auch auf jene C cienten Einfluſs haben; daher sey es besser bei der Bestim des Coefficienten Beobachtungen aus ganz verschiedenen g phischen Breiten zum Grunde zu legen. Die Vergleichung Beobachtungen gab den Coefficienten = 56652 Fufs. Aufs veränderte von Lindenau die Correction wegen der ungl Wärme in verschiedenen Luftschichten, da die Vorausse man dürfe die Mittelwärme zwischen beiden Stationen so hen, als ob sie die Wärme der ganzen Luftmasse besti nicht der Wahrheit zu entsprechen scheint. Aber so geg die Bemerkung ist, dafs jenes einfache Gesetz der Natur nicht völlig entspricht, so mufs man doch gestehen, dafs d Wechsel, welchem das Gesetz der Wärme-Abnahme Höhe unterworfen ist, uns kaum erlaubt, eine für alle zeiten und Jahreszeiten gültige Regel aufzustellen.

Unter den Beobachtern, welche auf eigne Beobach gestützt den Coefficienten zu bestimmen gesucht haben, v auch d'Aubuisson genannt zu werden. Seine Beobach betrafen die Höhe des St. Bernhard über Turin und monte Gregorio, und obgleich seine Vergleichung der Be

1 Tables barométriques pour faciliter le calcul des mes hauteurs. Gotha 1809.

eigt[1], daſs man zu verschiedenen Tageszeiten einen Ƭerth des Coefficienten erhält, so nimmt er doch als ndsten 18317 Meter = 56387,8 Fuſs an[2], setzt statt er[3], um die eine Correction wegen Abnahme der Schwer- rsparen, 18365 Meter; oder auch, wenn man die zweite n wegen Abnahme der Schwere mit darin begreifen 375[4].

ɜ. Schmidt setzt nach eignen Beobachtungen den Coef- = 56262 bei 0° Wärme und die Correction = $\frac{1}{207}$ ı Wärmegrad[5].

Villefosse, der übrigens de Luc's Formel beibehält, ie Berichtigung wegen der Wärme nicht = $\frac{1}{215}$, son- $\frac{1}{182,4}$ an, ohne jedoch zu behaupten, daſs diese aus eobachtungen auf dem Harze abgeleitete Bestimmung n gültig sey[6]. Die Untersuchungen von Tralles[7], eide[8], haben nicht den Zweck, die beständigen Grö- Formeln zu berichtigen. Greatorex[9] hat zwar dahin le Vergleichungen angestellt, aber ohne sie zu einem ten Resultate zu führen. Venini's Untersuchungen[10] ı nicht nachsehen können.

gegen muſs ich doch noch etwas aus Daniell's theoreti- ntersuchungen[11] erwähnen. Er sucht in dem ersten Ab- seiner Abhandlung über die Constitution der Atmosphäre, ıck und die Strömungen in einer ganz dunstfreien At- re zu bestimmen. Er nimmt den barometrischen Coeffi- = 26250 . 2,302585 engl. Fuſs = 56665 franz. Fuſs

---

Journal de Physique Tome. LXXI. 6.
Traité de Géodésie. Tome I. (übers. v. Wildemann. Dresden . 439).
a. a. O. S. 442.
Vgl. G. XXXVIII. 270. LXVII. 287.
G. G. Schmidt Lehrbuch der Naturlehre. Gieſsen 1826 S. 187.
G. XXVI. 205. XXVIII. 58.
G. XXVII. 400.
G. LXII. 300.
Phil. Transact. for 1818.
Mem. de Bologna Tome. II.
Meteorological Essays and Observations. London 1823.

en, bei der Temperatur = 0, indem er bei 30 engl. Zoll die Dichtigkeit der Luft = $\frac{1}{10\,1\,00}$ setzt, welches bei 336 Paris. Lin. oder 0,76 Meter $\frac{1}{10418,5}$ giebt. Hieraus würd die Höhe leicht zu berechnen seyn, wenn nicht die Temp in der Höhe abnähme; aber diese Abnahme glaubt er durc gende Regel bestimmen zu können[1]. Wenn in 0 Höh Barometer 30 Zoll, in 5000 F. Höhe dagegen 24,797 ste soll man $\frac{30}{24,797} - \frac{24,797}{30} = 1,21 - 0,826 = 0,38$ 45 multipliciren, um die Wärme-Abnahme in 5000 F. in Fahrenh. Grade zu erhalten, oder mit 20, um sie in R Graden zu erhalten. Darnach wäre nun

in 5000 F. Höhe die Wärme = − 7,7 R. = + 14,
in 10000 F. . . . . = − 15,6 = − 3,
in 20000 F. . . . . = − 33,6 = − 43,

Wegen dieser mindern Wärme stehe das Barometer u für jeden Fahrenh. oder um $\frac{1}{213,3}$ für jeden Réaum. Grad ni ger als es sollte, und er setzt daher die in 5000 Fuſs Höh fundene Barometerhöhe = 24,797, um $\frac{17,2}{480} \cdot 24,797 =$ (herab; die auf 10000 Fuſs gefundene = 20,499, um

$$\frac{35,1}{480} \cdot 20,499 = 1,497$$

herab, und so ferner[2].

Daniell sucht dann die Frage zu beantworten, wi diese Barometerstände ändern würden, wenn in der unter tion die Wärme von 32° auf 48° Fahrenh. stiege. Auf 0 Höhe, wo noch immer die ganze Atmosphäre lastet, bleil Druck = 30 Zoll; aber die untere wegen erhöhter Wärme tere Luft giebt bei 5000 Fuſs keine so starke Abnahme de rometerhöhe[3], und das Barometer steht in 5000 Fuſs nun l

1 Die auch im Art. *Erde*. Th. III. S. 1018. angeführt ist.

2 Ich verstehe den Grund dieser Rechnung nicht ganz. E hat Daniell statt der von mir berechneten Abzüge 0,848 und zweitens müſste man nach meiner Meinung nur die Mittelwär ganzen Luftsäule nehmen, also nur etwa halb so viel subtrahir

3 Nach meiner Ansicht sollte man das Gewicht der zwis

ch diesen Ueberlegungen und unter der Voraussetzung, ı Pole die Wärme an der Erde = 0° F. am Aequa- F. sey, berechnet er die in gleichen Höhen un- Barometerstände am Pole und am Aequator,

5000 F. Höhe	=	23,597	bei	— 18,5 Wärme.
20000 F.	..	11,411	..	— 82,1
5000 F.	..	24,342	..	+ 64,4
20000 F.	..	13,043	..	+ 12,8

ıntstehen nun Luftströmungen, deren Berechnung ich um ger weiter verfolge, da mir schon bei dem bisher Ange- manche Zweifel aufgestofsen sind.

ıdlich gehört hierher doch auch noch DALTON's Ansicht Mischung verschiedener Luftarten. Nach dieser Ansicht e vier Stoffe, die sich in der Atmosphäre finden, Sauer-, Stickgas, kohlensaures Gas und Wasserdämpfe so aus-, wie sie es seyn würden, wenn jeder dieser Stoffe al- wäre, und einer nicht auf den andern wirkte. BENZEN- ıat theils aus DALTON's Angaben, theils aus daran geknüpf- ılüssen Folgendes hergeleitet[1].

ch den in unserer Atmosphäre vorhandenen Quantitäten rschiedenen Luftarten kann man für mittelmäfsig feuchte nnehmen, dafs unter dem Drucke jeder einzelnen dieser tmosphären das Barometer am Meere folgende Höhen zei- ird

Stickluft	21,2336	Zoll
Sauerstoffluft	6,4986	
Kohlens. Luft	0,0278	
Wasserdämpfe	0,4200	
	28,18	Zoll.

ırometrische Höhen-Coefficient würde für diese vier At- ıären in eben der Ordnung seyn

ı000 liegende Säulen, welches = 30 — 23,949 nach DANIELL's ung war, um $\frac{16}{450}$ herabsetzen, also die Barometerhöhe um . $\frac{1}{30}$ = 0,202 erhöhen, wodurch sie 23,949 + 0,202 = 24,151 ; DANIELL hat aber nur 24,072. Die Wärme-Abnahme müfste ıier $\frac{30}{24,072} - \frac{24,072}{30}$ = 0,444 mult. mit 45 seyn = 19,98; DANIELL hat dafür nur 16,6 statt vorhin 17,2.

1 G. XLII. 164.

58186; 50579;
37592; 80565;

und hieraus berechnet BENZENBERG eine Tafel, woraus ich i einige Zahlen entlehne.

Barometerstände in verschiedenen Höhen.

Höhe über d. Meere	Stick-luft.	Sauerst. Luft.	Kohlensaur. Luft	Dämpfe.	Summe nach Dalton.	nach d. gewöhnl. Theor.	Di
0	21,234	6,498	0,028	0,420	28,180	28,180	0,0
10000	14,294	4,122	0,015	0,316	18,747	18,767	0,0
20000	9,623	2,614	0,008	0,237	12,482	12,498	0,

Hier zeigt sich also ein Unterschied von 0,02 Zoll = 0,24 welches allerdings in einer Höhe, wo das Barometer nur hoch steht, 30 Fuſs betrüge. Aber wir werden bald s daſs die Höhenbestimmungen noch nicht so genau sind, wir aus Vergleichung der Beobachtungen entdecken könnten, diese, der Dalton'schen Theorie gemäſse Abweichung von gewöhnlichen Berechnung statt fände, und es scheint mir d völlig überflüssig, die Frage, ob DALTON Recht habe o nicht[1], weiter zu erörtern.

Untersuchungen über einige noch erfo derliche Correctionen bei den berechneten Höhen.

Unsere Theorie der Höhenmessungen setzte voraus, d die Luft vollkommen trocken sey, daſs die Wärme entwe überall gleich oder wenigstens so ausgetheilt sey, daſs man Mittelwärme als überall herrschend ansehen könne, und keine zufälligen Ungleichheiten, kein Wind, kein Steigen o Fallen des Barometers an einem Orte statt finde. Alle di Umstände sind aber in der Natur nicht so vollkommen, wie Bequemlichkeit der Rechnung es wünschen lieſse, vorhande

1. Was zuerst die in der Luft enthaltenen Dämpfe betr so würde sich darüber, wenn nur der hygrometrische Zust

1 Eben der Meinung ist TRALLES, der übrigens sehr nahe die Differenz, wie BENZENBERG findet. G. XXVII. 446. Vergl. *A sphäre*. Th. I. S. 488.

ızen Luftsäule genau bekannt wäre, eine regelmäſsige ng führen lassen. Allemal ist der gesammte Druck $= P$, ı die Luft ausübt, der Summe der elastischen Kraft der n Luft, und der in ihr enthaltenen Dämpfe gleich, und er letztere $= F$ heiſst, so ist der erstere $= P - F$; die keit der aus Luft und Dämpfen gemischten Masse wird : folgende Weise berechnet. Heiſst D die Dichtigkeit er Luft, wenn sie von dem Gewichte P comprimirt ist, $D \cdot \frac{P-F}{P} = D\left(1 - \frac{F}{P}\right)$ die Dichtigkeit der in der ıen Mischung enthaltenen Luft; die Dämpfe dagegen haemal, wenn sie ihre gröſste Dichtigkeit besitzen, eine keit $= \frac{5}{8}$ der gleichen Druck ausübenden Luft. Nehir also zuerst an, die Dämpfe in der Luft besäſsen den ın Grad der Dichtigkeit, $= \frac{5}{8} \cdot D \cdot \frac{F}{P}$, so wäre statt D en

$$D\left(1 - \frac{F}{P} + \frac{5}{8} \cdot \frac{F}{P}\right) = D\left(1 - \frac{3}{8}\frac{F}{P}\right),$$

müſste aus Beobachtung gegeben seyn. Wir wollen, da ısre Rechnungen den Nullgrad der Temperatur als Norstand voraussetzen, F so groſs ansetzen, wie es einem ſe angemessen ist, der eine mittlere Dichtigkeit hätte, oder · dichteste Dampf bis 0° R. einen Druck $= 0{,}1282$ Zoll :, hier $F = 0{,}0641$ setzen; dann hätten wir statt D nun $\left(1 - \frac{3}{8} \cdot \frac{0{,}0641}{28}\right) = D\,(1 - 0{,}000858)$ und der barometri- Coefficient ginge aus 56385,5 in 56385,5 $(1 + 0{,}000858)$ 433,9 Fuſs $=$ 18332 Meter über. So würde man ihn also ıchen können, wenn man Luft von mittlerer Feuchtigkeit ° R. voraussetzte [1], und bei Beobachtungen, wo keine hy-

---

Biot setzt die Dichtigkeit des Dampfs $= \frac{5}{7}$, also statt D, $- \frac{F}{P} + \frac{5}{7}\frac{F}{P}\Big) = D\left(1 - \frac{2}{7}\frac{F}{P}\right)$, er setzt ferner $F = 0{,}005122$ Meir Dampf von gröſster Dichtigkeit bei 0° R., also $F = 0{,}002561$ ıittelmäſsig feuchte Luft, und demnach

$$D\left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{0{,}002561}{0{,}76}\right) = D\,(1 + 0{,}0009628);$$

rch der Coefficient aus 18316,22 Meter in 18333,86 Meter überdas ist in 56440 Fuſs; und Biot bemerkt nun, da Ramond aus

grometrische Bestimmung gegeben ist, verdient dieser Co cient den Vorzug, ja man dürfte ihn noch um etwas erhö weil der Mittelzustand der Luft sich gewiſs mehr zur gröſ Feuchtigkeit, als zur gröſsten Trockenheit hinneigt, und so währt sich RAMOND's aus Vergleichen barometrisch berechn und wirklich gemessener Höhen hergeleiteter Coefficient, = 5(Par. Fuſs, als sehr wohl dem mittlern Feuchtigkeitszustande Luft entsprechend.

Aber nicht bloſs für die Temperatur = 0, müssen wir se Berücksichtigung der Dämpfe anbringen, sondern auch jeder andern Wärme. Da nun die Elasticität des Dampfs[1] gröſster Dichtigkeit von 0,1282 Zoll bis auf 0,8500 Zoll für nächsten 20 Grade über Null wächst, so hätte man unge für jede Wärme = t; 0,1282 + t . 0,03609 oder bei mittl Dichtigkeit = 0,0641 + t . 0,01804. Darnach also müſste irgend einer Wärme das für trockne Luft geltende D' in

$$D'\left(1-\tfrac{3}{8}\frac{F}{P}\right)=D'\left(1-\tfrac{3}{8}.\frac{0{,}0641}{28}-\tfrac{3}{8}.t.\frac{0{,}01804}{28}\right)$$
$$=D'\,(1-0{,}000858-t.0{,}000242)$$

übergehen, oder da D' auch für trockne Luft schon

$$=D\,(1-t.0{,}004688)=D\left(1-\frac{t}{213{,}3}\right)\text{ war, in}$$

$$D\,(1-0{,}000858-t\,(0{,}004688+0{,}000242))$$

übergehen, wofür man D (1 — 0,000858) (1 — t . 0,00(setzen darf[2]. Will man also bei jeder Höhenmessung die Feu tigkeit der Luft als ungefähr in der Mitte zwischen Trocken und gröſster Feuchtigkeit stehend ansehen, so müſste die o angegebene, auf trockene Luft bezogene Formel

$$h-H=56385.K\left(1+\frac{1}{213{,}3}.\left(\frac{T'+t'}{2}\right)\right)\log.\frac{P''}{p''},$$

barometrischen Höhenmessungen 18336 Meter finde, so diene di zum Beweise für die Richtigkeit der Angaben, welche der theo schen Rechnung zum Grunde liegen.

1 S. Th. II. S. 351.

2 BIOT findet, indem er andre Experimente zum Grunde D' (1 — 0,0009628) (1 — 0,0001627 . t') für Centesimalgrade, D' (1 — 0,0009628) (1 — 0,000203 . t') für Réaumürsche Grade. habe mich hier, da eine vollendete Genauigkeit doch noch nicht r lich ist, an die im Art. *Dampf* Th. II. S. 351. angegebenen Zahlen geha

$$-H = 56434 . K\left(1+0{,}00493 . \left(\frac{T'+t'}{2}\right)\right) \log . \frac{P''}{p''},$$

delt werden, und dafür setzt man genau genug

$$-H = 56434 . K\left(1 + 0{,}005 . \left(\frac{T'+t'}{2}\right)\right) \log . \frac{P''}{p''},$$

nnte auch den Ramond'schen Coefficienten 56446 bein, da eine Unsicherheit, die mehr als 12 Fuſs beträgt, aus hwankenden Feuchtigkeitszustande der Luft hervorgeht[1].

›gleich es immer schwer bleiben wird, die Feuchtigkeit nzelnen Theile der zwischen beiden Stationen liegenden ıle zu bestimmen, so scheint mir doch die Beantwortung ıge, wie man die Angabe des Hygrometers hier in Beng ziehen könne, noch einen Platz zu verdienen. Ich daher an, man habe in beiden Stationen den Thaupunct, ſst diejenige Wärme, bei welcher die Dämpfe sich an Körpern niederschlagen, beobachtet, und sehe das aus Beobachtungen genommene Mittel als für die ganze Luftgeltend an. In diesem Falle wäre es am angemessensten, chnung zuerst ganz so zu führen, wie sie für vollkommen e Luft geführt werden müſste, und dann den nöthigen tionsfactor beizufügen. Es sey also bei der vorhin beten Messung die Wärme = 9,25 R., und die Wärme, nasser Niederschlag entstand, der Condensationspunct der e = 6° R. Für Dämpfe von 6° Wärme ist bei gröſster gkeit die Elasticität = 0,234 Zoll, und da bei jener Beobg der Druck im Mittel zwischen beiden = 23,485 Zoll , so müſsten wir davon 23,251 der trocknen Luft zuen und ihre Dichtigkeit = D', die Dichtigkeit der Däm-

---

[1] Wenn man diese Rücksicht bei dem oben berechneten Exem- Pic de Bigorre anwendet, so hätte man (T' + t') 0,0025 = ;

$$56446 . 0{,}04625 = 2610{,}63,$$

$$56446 . \left(1 + \left(\frac{T'+t'}{2}\right) 0{,}005\right) = 59056{,}6, \text{ und}$$

$$. \log . \frac{P''}{p''} = 8015{,}3;$$ diese Zahl erhält, wie oben gezeigt ist, nen additiven Theil = 23 Fuſs, wenn man auf den veränn Werth der Schwerkraft sieht, und die ganze Höhe ist also

berechnet = 8038 Fuſs,

trigonom. gemess. = 8044 Fuſs.

pfe $= \frac{1}{8} \cdot \frac{0,234}{23,251}$ D setzen, und $\left(1 + \frac{1}{8} \cdot \frac{0,234}{23,251}\right)$ D' wä
Coefficient für die berichtigte Dichtigkeit oder

$$\left(1 + \frac{1}{8} \cdot \frac{0,234}{23,25}\right) = 1,00377,$$

oder wenn die Beobachtung wirklich auf dem Pro us Bre ganz so statt gefunden hätte, so müfste man die für trockn gefundne Höhe = 8008, noch mit 1,00377 multipliciren, in 8038 verwandeln. Das stimmte genau mit der so ebe mittlere Feuchtigkeit berechneten Höhe überein. Hätte gen der Condensationspunct bei 9 Grad gelegen, oder wä Luft fast im höchsten Grade feucht gewesen, so hätte man $\left(1 + \frac{1}{8} \cdot \frac{0,31}{23,25}\right) = 1,005$ setzen, also 8008 in 8048 ver deln müssen. — Dieses zeigt ungefähr, wie viel bei nich hoher Temperatur die Unsicherheit wegen des Einflus Feuchtigkeit betragen kann, und wiefern man, vorzügl hohen Temperaturen und starken Abweichungen von de lern Feuchtigkeitszustande das Hygrometer zu berücksi Ursache hat.

Die Untersuchung, wie man auf die Feuchtigkeit sicht nehmen solle, hat in der neuesten Zeit mehrere Ph beschäftigt. Aus DANIELL's oben genannter Schrift mufs ic nigstens etwas ausheben. DANIELL sucht im zweiten Absc seiner schon oben angeführten Abhandlung die Untersu über den Barometerstand so zu führen, wie sie einer Dampfatmosphäre entspräche. Er nimmt bei 32° F Dichtigkeit des Wasserdampfs von 0,200 Zoll engl. Span $= \frac{1}{240,8}$ an, die Dichtigkeit trockner Luft = 1 gesetzt. barometrische Coefficient müsse also, da die Dichtigkeit d Dampfs $= \frac{1}{2528400}$ der Dichtigkeit des Quecksilbers un Zoll der Druck ist,

$$= 10500 \cdot 240,8 \cdot 0,2 \text{ Zoll} = 505680 \text{ Zoll}$$
$$= 42140 \text{ Fufs}$$

seyn, und so finde man in 5000 Fufs Höhe den Druck de fsen Dampfatmosphäre, = 0,177 Zoll[1], aber diese Elasticit Dampfs entspreche der Temperatur von 28,5 Graden F., d

1 Nach der Tafel Th. II. S. 351.

Höhe angehören werde. Auf ähnliche Art rechnet er
: Wärmegrade und giebt, indem er jedem Breitengrade
:messene mittlere Wärme beilegt, den Zustand der
ıosphäre in verschiedenen Breiten. Dieser hypotheti-
and stimmt indeſs zu wenig mit der Wirklichkeit über-
labei zu verweilen. Seine Untersuchungen im dritten
e, wo eine aus Luft und Dampf gemischte Atmosphäre
ıetzt wird, gehören mehr hieher. Wenn die Luft zu-
en die Erde umgäbe, nun aber aus dem die Oberflä-
Erde umgebenden Wasser Dämpfe aufnähme, so würde
IELL's Angabe folgende Aenderung statt finden, wo
auf englisches Maſs uud Fahrenh. Grade bezieht. Die
tur war in 0 F. Höhe 77°.

Temperatur.	Barom. ohne Dämpfe	Barom. nach Eintr. d. Dämpfe.	Thaupunct.
76,8	30,000	30,139	65
61,1	25,214	25,348	52
44,9	21,193	21,318	32
9,3	14,970	15,079	0

lüsse, worauf diese Tafel beruht, sind zu zusammenge-
m hier Platz zu finden[1].

ſs man sich nicht begnügen darf, nach mittlern Feuch-
graden zu rechnen, wie BENZENBERG es angiebt[2], brau-
kaum zu erwähnen. Es ist nämlich ganz gewiſs, daſs
uli und August trockne Tage und im Januar und Februar
Tage geben kann, und daſs an jenen, der Wärme un-
t, die Berichtigung wegen der Feuchtigkeit viel weniger
n kann, als BENZENBERG findet.

Ich komme jetzt zu einem Umstande, um dessen willen
e sehr bedeutende Correction nöthig seyn würde, wenn
nicht so schwer wäre, die Data durch Beobachtung
ılten, deren wir bedürften, um diese Correction anzu-
ı. Dieser Umstand ist die ungleiche und auf eine sehr

———

Hieher gehörige Bemerkungen finden sich in Annals of Philos.
eries Vol. X. p. 48. und im Edinb. philos. Journal. T. XI.
II. 224.

BENZENB. höhere Rechenkunst und Trigonometrie. (Düsseldorf.
. 504. 514.

mannichfaltige Weise wechselnde Abnahme der Wärme in d Höhe. Wenn auch die beiden Beobachtungspuncte als in ein verticalen Säule über einander liegend angesehen werden kö te, so ist es doch selten richtig, dafs die ganze Luftsäule so zusehen sey, als ob ihre Wärme der Mittelwärme zwischen in beiden Endpuncten beobachteten Temperaturen gleich se und es läfst sich in Beziehung hierauf gar keine feste Regel ben, weil die Wärmeabnahme in der Höhe nach den Jah zeiten und nach den Tageszeiten, selbst an einerlei Orte, gleich ist. Wir besitzen hierüber noch nicht Beobachtu genug, können aber doch Folgendes als gewifs festsetzen.[1]

Man nimmt gewöhnlich an, dafs die Wärme in der ziemlich gleichförmig abnimmt, und obgleich die im Art. angeführten Erfahrungen schon zeigen, dafs die Gröfse der meabnahme in verschiedenen Jahreszeiten und an verschie Orten ungleich ist, so würde doch dieses, wenn man Beob tungen im höchsten und tiefsten Puncte vor sich hat, kein fse Unsicherheit in der Bestimmung der Höhe geben. mehr Abweichung von der Wahrheit würde die angenom Mittelwärme schon geben, wenn D'AUBUISSON's[2] Bestim der Wärmeabnahme richtig wäre; denn wenn von 0 bis Fufs Höhe die Wärme auf jede 522 Fufs um 1 Centes. G abnimmt, von 3000 bis 6000 Fufs auf jede 905 Fufs, von 6 bis 9000 Fufs Höhe auf jede 714 Fufs, von 9000 bis 12000 Höhe auf jede 403 Fufs, ebenso viel abnimmt, so hätte ma

in	0 Fufs Höhe, F. Wärme	= a	
	3000 F. Höhe	= a — 5,75 Grad	
	6000 F. Höhe	= a — 9,06	
	9000 F. Höhe	= a — 13,26	
	12000 F. Höhe	= a — 20,70	

Hier ist leicht zu übersehen, dafs man für die Mittelwärme = $-10{,}35$ den Correctionsfactor $= 1 + \frac{a - 10{,}35}{266{,}6}$, (weil $\frac{1}{213{,}3}$ für 1° R. giebt $\frac{1}{266{,}6}$ für 1° C.) setzen müfste, statt dafs richtiger, wenn man Stationenweise die Mittelwärme

1 Th. III. S. 1008.
2 Th. III. S. 1017.

a — 2,87, a — 7,40,
a — 11,16, a — 16,98

aus diesen das Mittel nähme, $= 1 + \frac{a - 9,6}{266,6}$ seyn
iese Ungleichheit betrüge auf 12000 Fuſs Höhe etwa
Aber diese Ungleichheit, die aus Voraussetzung einer
g abnehmenden, und einer nach D'AUBUISSON's An-
ichförmig abnehmenden Wärme hervorgeht, ist noch
rheblichste, sondern eine viel gröſsere geht dadurch
ſs die Wärme der untern Schichten so sehr wechselnd
den theils von mir selbst angestellten, theils von PI-
SIX schon früher bekannt gemachten Beobachtungen,
Wärme nicht immer von der Erde an in den näch-
der Erde liegenden Schichten ab, sondern oft sind
chten wärmer, als die untern, und daraus eigentlich
ch SAUSSÜRE's Beobachtungen über die nach den Ta-
wechselnden Ungleichheiten der Wärmeabnahme[1]. In
sstunden ist die Erdfläche in der Ebene sehr erhitzt, in
he dagegen, z. B. in 10000 Fuſs Höhe hat die Luft
eichem Maſse an Wärme zugenommen, die Wärme-
ist also gröſser, und die Höhe, welche 1 Grade
ferenz zugehört, ist kleiner als zu jeder andern Zeit.
nenuntergang dagegen und während der Nacht kühlt
bene stark ab, und bringt die Wärme der benachbar-
hichten sehr herab, statt daſs in höhern Gegenden der
ed der Temperatur nicht so groſs ist. Diese Ungleich-
Temperatur findet aber vorzüglich in den Schichten
nicht sehr hoch über der Ebene liegen, und bringt in
nmung des Gewichts der ganzen Luftsäule eine Unge-
über welche die Beobachtungen in dem höchsten und
uncte nichts entscheiden. Ist zum Beispiel, wie es bei
bachtungen im Winter einmal statt fand[2], die Wärme
in 3 Fuſs Höhe über dem Boden 14° F. in 220 F.
25° F., und nehmen wir nun für eine gröſsere Höhe,
0 Fuſs die Wärme so an, wie sie im Winter bei einer
ng von 1 Centes. Grad auf 95 Toisen Höhe[3] etwa seyn

---

1) rt. *Erde* Th. III. S. 1011.
2) RANDES Beob. über die Strahlenbrechung. S. 37.
3) rt. *Erde* Th. III. S. 1013.

müſste, = 2° F. so ergäbe beim gewöhnlichen Höhe sen mit dem Barometer, die Beobachtung im tiefste höchsten Puncte die Mittelwärme der ganzen Luftsäu 8° F. = — $10\frac{2}{3}$° R., und man würde sich berechtigt ben, anzunehmen, daſs diese Luftsäule von 4020 Fuſs ebenso viel wiege, als eine von $4020\left(1+\frac{10,7}{213,3}\right) =$ Fuſs hoch bei 0 Gr. Wärme. Aber nehmen wir die auf 2 angestellte Beobachtung hinzu, und setzen auch voraus, nicht einmal richtig seyn kann, daſs gerade bis hierher die me zunahm, und dann abnahm, so erhalten wir die m Temperatur des untern Theils = $19\frac{1}{2}$ Gr. F. = — $5\frac{1}{9}$ R. obern Theils = $13\frac{1}{4}$° F. = — $8\frac{7}{9}$° R., und das Gewich ganzen Luftsäule so groſs als das einer

$$220\left(1+\frac{5\frac{5}{9}}{213,3}\right)+3800\left(1+\frac{8\frac{7}{9}}{213,3}\right)=4172$$ Fuſ

hen Luftsäule von 0° Temperatur. Und diese um $\frac{1}{86}$ vom l gen abweichende Angabe muſs doch noch erheblich von Wahrheit entfernt seyn; denn da die Wärme in 9 Fuſs l schon 16 Grad war, so können wir mit groſser Wahrsch lichkeit annehmen, daſs sie in 30 Fuſs Höhe 19 Grad war, die Mittelwärme für die unteren 220 Fuſs mochte vielleich Gr. Fahrenh. oder — 4° R. betragen. Die Correction er sich noch mehr abweichend, wenn man annimmt, wozu wohl berechtigt ist, daſs jene gröſsere Wärme sich noch 220 Fuſs hinaus erstreckte.

Schon de Lüc[1] hat die Unrichtigkeit bemerkt, die aus ser Ungleichheit der Temperatur bei Beobachtungen vorzü zur Zeit des Sonnenaufgangs entsteht; er schreibt aber unri diesen Fehler dem zur Zeit des Sonnenaufgangs statt finde Ostwinde zu, und bemerkt, daſs wenn ein anderer Wind w diese Unrichtigkeit geringer ausfällt. Bei trübem Wetter er keine Beobachtungen angestellt, sonst würde er wahrsc lich gefunden haben, daſs bei trübem Himmel und ein Winde keine so erhebliche Abweichungen um die Zeit des nenaufgangs statt finden, indem dann die höhern Luftschi nicht so erheblich wärmer sind als die unteren.

1 Untersuchungen über die Atmosphäre. (Leipzig. 1778). S. 69. 132.

ähnliche, aber entgegengesetzte Unrichtigkeit geben
ɔc, die Beobachtungen in den mittlern Tagesstunden,
die Höhe zu grofs angeben. Hier ist nämlich[2] die
he an der Erde zu grofs, und man braucht nur um
fse aufzusteigen, um eine geringere Temperatur zu
mmt man also zwischen der in 3 Fufs Höhe und in
Höhe beobachteten Wärme das Mittel, so ist dieses
die wahre mittlere Wärme der Luftsäule. Meine
ɔgen zeigen, dafs diese mittägliche Differenz der Wär-
so grofs ist als an heitern stillen Tagen die Differenz
ıe in verschiedenen Höhen nach Sonnenuntergang.
ren Beobachtungen nämlich ist kurz nach Sonnenunter-
: Differenz in den untern Luftschichten am gröfsesten,
rdiente die nähere Bestimmung des ganzen Fortganges
ıderungen wohl durch eine eigne Reihe von Beobach-
ıtersucht zu werden[3].

ond, Delcros und D'Aubuisson haben auf diesen
ıd sehr geachtet, aber keine sichere Regel, um dieser
ıeit auszuweichen, angeben können. Ramond fand[4]
eobachtungen sein Beobachtungszimmer zu Barèges über
Dangos in Tarbes am kleinsten = 907 Meter um 10
ıds, am gröfsesten = 936 Meter um Mittag und noch etwas
ʳürde die Höhe in den dem Mittage folgenden heifsesten
seyn. Ramond schreibt diese Variation vorzüglich dem
nden und absteigenden Winde zu; aber man kann, glau-
mit Sicherheit behaupten, dafs die unregelmäfsige Wär-
me den wichtigsten Einflufs hat. In den Pyrenäen fand
ı die Beobachtungen ungefähr um $\frac{1}{48}$ der ganzen Höhe
ınder abweichend, und glaubt daher, wenn man Abend-
tungen oder Morgenbeobachtungen benutzen wolle, so
nan den Coefficienten um $\frac{1}{72}$ ändern, dagegen um $\frac{1}{144}$
egengesetzten Sinne, wenn man Beobachtungen in den

. a. O. S. 131.

ergl. Brandes Beob. über die Strahlenbrechung. S. 34. D'Au-
m Journ. de Phys. LXXI. 26.

)afs auch die in den Mannheimer Sammlungen mitgetheilten
.ungen auf dem Gotthard und in Genf eben diese Ungleich-
ɜn, habe ich in meinen *Beiträgen* zur Witterungskunde. S.
:rkt.

Iémoires sur la formule barométrique. pag. 41. 96.

heissesten Tagesstunden der Berechnung unterwirft. Di-rection scheine für grosse Höhen geringer, als für klei sey von Localität und Jahreszeit abhängig, bemerkt R und allerdings muss sie in grossen Höhen geringer werde die Unregelmässigkeit am grössten ist in den niedrigsten den der Atmosphäre.

D'Aubuisson hat über die ungleichen Resultate in v denen Tagesstunden eine ganze Reihe von Bestimmunge getheilt, denen die täglich angestellten Beobachtungen großen St. Bernhard und in Genf zum Grunde liegen. zeigen, dass in den trüben und kalten Monaten Novem December die Differenz zwischen den Morgenbeobachtu Mittagsbeobachtungen klein, dagegen in den heissen groß sind; und es lässt sich daher wohl vermuthen, Tage, an welchen die Morgenwärme und Mittagswär verschieden sind, die grössten Differenzen geben.

Berechnete Höhe aus 3 Beobachtungen bei Sonnenau um 2 Uhr.

Januar	—	2058	—	2091
Februar	—	2065	—	2104
März	—	2093	—	2130
April	—	2058	—	2119
Mai	—	2080	—	2132
Juni	—	2074	—	2147
Juli	—	2084	—	2119
August	—	2075	—	2137
September	—	2068	—	2117
October	—	2071	—	2095
November	—	2061	—	2076
December	—	2062	—	2081
Mittel		2071		2112

Eynard's Berechnung aus vier Jahrgängen von Beob gen ergeben fast genau dieselben Mittelzahlen.

Aehnliche Untersuchungen von Delcros [2], geben z

1 Géognosie, am Ende des ersten Theils. Die im 71. des Journ. de Phys. mitgetheilten Beobachtungen, die ein e ches Resultat geben, übergehe ich.

2 Annales de Ch. et Phys. VIII. 95. und Biblioth. univers.

sbeobachtungen und denen von 8 Uhr früh eine Diff-
3 Meter auf 264 Meter, also $\frac{1}{80}$ des Ganzen bei so
öhe und dieses im November, wo der Einfluſs der
ı nicht der gröſste ist.
ıUISSON's Rath[1], die Beobachtungen zur Höhenmes-
ens um 8 Uhr und Nachmittags um 4 Uhr anzustellen,
r sehr angemessen; dieses ist so ziemlich die Zeit, da
lmäſsigkeit der Wärmescale am unbedeutendsten ist.
er Coefficient = 18312, für die Mittagsbeobachtun-
ıchtet sey, so müsse man ihn um 0,011 vermehren und
Meter setzen, damit er für solche Beobachtungen pas-
e. Um dagegen einen für alle Tageszeiten nicht zu
ichenden Coefficienten zu haben, sey 18312 . 1,0044
zu nehmen.

wie aus meinen Beobachtungen der Strahlenbrechung
n den stillen Sommerabenden, welche heitern Tagen
e Wärme in den der Erde nahen Schichten oft fast in
genblicke eine andre ist, so müssen zu dieser Zeit die
ngen am allermeisten unsicher werden. Ja sie müssen
mehr seyn, wenn sich solche ungemein warme Luft-
in der Höhe befinden, wie sie ohne Zweifel dann
ı seyn müssen, wenn die ungewöhnlichen Luftspiege-
att finden[2]. An diese Verbindung der Wechsel in der

ırn. de Phys. LXXI. 6.

ſs die oberwärts wiederholten Bilder eine groſse Wärme der
ftschichten andeuten, glaube ich in den Beobachtungen über
enbrechung S. 122. hinreichend gezeigt zu haben; aber
SE hat auch solche heiſse Luftschichten in der Höhe beob-
ie man im Mastkorbe brennend heiſs empfand, während
Verdeck die Wärme mäſsig war. Diese Beobachtung ward
iste von Korea angestellt. Vielleicht muſs hieraus auch RA-
obachtung (S. 53.) erklärt werden, daſs man bei Gewittern al-
Höhe zu klein und 20 bis 40 Meter zu klein findet. Giebt
ewittern, (eigentlich wohl vor ihrem Ausbruche, wie ich aus
ıngen der Strahlenbrechung schlieſse) heiſse Luftschichten
öhe, so ist die Luftsäule leichter, als unsere unten und auf
en beobachteten Temperaturen sie angeben; wir berechnen
Höhe zu klein. RAMOND scheint selbst hierauf hinzudeuten,
les agitations secrètes de l'atmosphère, qui invertissent à
n l'ordre dans lequel décroissent de bas en haut la chaleur
ısité de l'air, als die gröſseste Ursache der ungleichen Re-
giebt. (S. 54.) Vergl. Art. *Hagel*.

Strahlenbrechung mit den Wechseln in der Wärme - der höhern Luftschichten, liefse sich [illegible] Beobachtungen pfen, die für die Lehre vom barometrischen [illegible] nicht ohne Nutzen seyn würde, da sie [illegible] bisher Gesagte bestätigen oder widerlegen könnten [illegible] nämlich Beobachtungen des Barometers [illegible] einer [illegible] Hegen von Stunde zu Stunde anstellen, damit [illegible] tarn Standpuncte Beobachtungen der irdischen Strahlen[illegible] etwa so angeordnet, wie es meine Beobachtungen [illegible] binden. Kannte man die wahre Höhe des Gegen[illegible] die man in letzterer Beziehung sein Augenmerk [illegible] so würde man die Zeit aus den Beobachtungen angeben wo der Lichtstrahl gerade zum Auge kommt, [illegible] viel höhern Gegenständen kommende Lichtstrahl so g zum Auge gelangt, wie es einer regelmäfsigen Ab[illegible] Wärme und Dichtigkeit der Luft gemäfs ist; und diese Z[illegible] müfsten dann, abgesehen von andern Fehlern, diejeni[illegible] wo Rechnung und Beobachtung am besten übereinstim[illegible] es liefsen sich dann wohl an diese verbundenen Beob[illegible] genauere Untersuchungen über die in jedem Zeitpuncte Höhe statt findende Wärme anstellen. Diese Beoba[illegible] werden freilich nicht ohne Schwierigkeit seyn; aber [illegible] auch vielseitige Aufschlüsse, wenn sie gut und mit [illegible] ausgeführt werden.

Man würde dabei wohl thun, auch das Hygromet[illegible] berücksichtigen; denn da auch der Feuchtigkeitszu[illegible] obern und untern Luft im Laufe des Tages regelmäfsige[illegible] seln unterworfen ist, so ist einiger Einflufs dieser Vers[illegible] heit wohl zu vermuthen, indefs scheint dieser nicht di[illegible] sache zu seyn.

3. Zu diesen Schwierigkeiten, die einer genauer[illegible] messung im Wege stehen, kommen nun noch andre, dem horizontalen Abstande der Orte von einander a[illegible] Selbst wenn die beiden Orte auch nur einige Meilen v[illegible] der entfernt sind, so sind doch die Aenderungen des B[illegible] standes nicht so gleichzeitig, dafs man nicht beim Stei[illegible] Fallen des Barometers eine Ungleichheit bemerken sollte. und Engelhardt fanden bei ihrem zu Bestimmung des Caspischen Meeres angestellten Nivellement eine au[illegible] Ursachen beruhende Abweichung ihrer zweiten Mess[illegible]

, welche bei nicht vollen 4 Meilen Entfernung eine von 18,8 Toisen betrug[1].

RD und FAVRE fanden bei ihren in Genf und Rolle n Beobachtungen sehr grosse Ungleichheiten, obgleich fast in gleicher Höhe, nämlich der eine nur 15,7 er als der andre, lagen und die Entfernung nur 99600 g. Selbst die Mittel aus den Mittagsbeobachtungen onate schwanken zwischen 2 Meter und 33 Meter[2]. ier sehr der Mühe werth, die genauen Umstände jeder Beobachtung zu kennen. Aehnliche Beispiele liessen len in Cork und nahe bei Cork in Irland angestellten ingen[3] hernehmen, vorausgesetzt, dass man sich auf die it derselben verlassen kann. Dass diese Differenzen Richtung des Windes in Verbindung stehen, scheint seinen Beobachtungen in Mühlheim im Breisgau zurkt zu haben, indem er diese mit Beobachtungen in in Carlsruhe verglich. Wenn der Wind aus den Richwischen Süden und Westen wehete, so ergab sich die südlich liegenden höheren Ortes zu klein, und umei nördlichen und nordwestlichen Winden zu gross, also, das Barometer stand an dem Orte, von welchem Vind kam, höher, als es nach Massgabe der Beobachdem Orte, wohin er ging, hätte stehen sollen; dieses viel, dass jene zwischen 880 und 909 Fuss, diese zwi-7 und 984 Fuss schwankte[4]. Ich selbst habe, ohne iese Beobachtungen von WILD zu kennen, eine grosse n Beobachtungen berechnet, die auf dem St. Gotthard, und in Padua angestellt worden, und die in den Mannmeteorologischen Ephemeriden mitgetheilt sind[5]. Sie auf eine gar keinem Zweifel unterworfene Weise, dass e zu klein ist, wenn der Wind von dem höhern Orte

---

1 IRROT's und ENGELHARDT's Reisen nach dem Caucasus. II. Th.
2 ibliotb. univers. 1818. Eine ähnliche Ungleichheit, deren cht erhellet, findet SCHUMACHER. (Astr. Nachr. IV. 193.)
3 'HOMSON's Annals of Philos. 1819. Febr.
4 Allg. geogr. Eph. 1799. Nov. S. 385.
5 BRANDES Beiträge zur Witterungskunde S. 216. Was D'AUBUISeziehung auf die Differenzen zwischen Beobachtungen an sehr n Orten sagt, Journ. de Phys. LXXI. 20. scheint mir nicht

herkömmt, oder dafs das Barometer im Allgemeinen an Orte zu hoch steht, wo der Wind herkommt. Bei westl und nordwestlichen Winden fand sich der Gotthard höhe Genf, weniger hoch über Padua, als es der Fall seyn Die Mittel aus sieben Monaten, wo jedoch nur die Tage ge men wurden, an welchen der Wind eine beständige Ric behielt, geben:

80 Tage NW. die Höhe	über Genf	88	F.	zu grofs
	über Padua	48	F.	zu klein
37 Tage SO. die Höhe	über Genf	9	F.	zu grofs
	über Padua	23	F.	zu grofs
30 Tage SW. und S.	über Genf	29	F.	zu klein
	über Padua	11	F.	zu grofs
40 Tage stürmischer Nordwestwind				
	über Genf	98	F.	zu grofs,
	über Padua	74	F.	zu klein,

die seltnern (vielleicht auch schwächern) Südwinde geb so genügendes Resultat als die Nordostwinde; aber d sämmtlichen Nordwestwinde eine Differenz von 136, di mischen Nordwestwinde eine Differenz von 172 Fufs ge dem angegebenen Sinne ergeben, statt dafs die Südost — 14 Fufs, die Süd- und Südwestwinde — 40 Fufs gebe gewifs entscheidend genug, um diesen Einflufs des Winde sicher bewiesen, anzusehen. Eine Menge anderer Beobach gen, die ich in den Beiträgen zur Witterungsurkunde gele lich angeführt habe, zeigen eben dasselbe.

Ramond's Zusammenstellungen scheinen mir eben da ergeben, obgleich er diesen Einflufs der Winde blofs au Ungleichheit ihrer Temperatur erklärt. Clermont-Ferrand beinahe genau südlich von Paris und etwa 340 Meter höhe Paris. Nach meinen eben erklärten Ueberzeugungen mu der Nordwind bei einem in Paris etwas höheren Barometer statt finden, und die Höhe mufs bei Nordwinden zu grofs g den werden. Aus 356 einzelnen Beobachtungen findet Ram diese Höhe

bei Nordwinde	=	363	Meter.
bei Ostwinde	=	351	—
bei Westwinde	=	330	—
bei Südwinde	=	313.	—

1 a. a. O. S. 121.

sich bei Höhenmessungen eine auf diesen Umstand Correction anbringen lasse, wie diese von der Richtung :e des Windes und von der Entfernung der Orte von ıbhängen müsse, das erhellet zwar hieraus noch nicht; ehen wenigstens, daſs schon dieses Umstandes wegen uf einzelne Fuſse gehende Höhenbestimmung nach den ı Regeln ganz unmöglich ist, und nur durch Zufall eine ıene Uebereinstimmung zwischen der barometrisch be- ı und der wahren Höhe statt finden kann.

OND legt den von der horizontalen Richtung abweichen- trömungen und den Winden, die an Berg-Abhängen ler von ihnen herabgehen, einen bedeutenden Einfluſs obgleich ich nicht geneigt bin, alles das daraus zu er- vas RAMOND daraus erklärt, so ist doch diese Einwir- viſs nicht abzuleugnen. Nach RAMOND's Meinung[1] be- arend der heiſsen Tagesstunden ein aufwärts gerichteter ı, aus welchem er die täglichen Oscillationen des Baro- laubt erklären zu können, dessen Einfluſs auf das Hö- ɜn aber erst dann genauer sich wird bestimmen lassen, e Wechsel der Wärme in verschiedenen Höhen genau be- ind. Daſs dieser Strom bei den Höhenbestimmungen als diese ungleiche Temperatur in Betrachtung kömmt, schon daraus deutlich hervorzugehen, daſs die Höhen- :en zu verschiedenen Tageszeiten auffallender sind bei ı Höhen, wo der Luftstrom doch minder verschieden nn. Auch glaube ich mich doch nicht zu irren, wenn scheint, als ob dieser aufwärts gehende Strom unten stär- oben seyn, und folglich den entgegengesetzten Fehler Höhenbestimmungen hervorbringen müſste.

gegen mögen bei gewissen örtlichen Verhältnissen diese len Horizont geneigten Winde einen merklichen Einfluſs RAMOND[2] beobachtete längere Zeit in dem 1290 Meter :m Meere liegenden Thale von Barèges, welches als sehr ɜr Zwischenraum zwischen Bergen liegt, die noch 1200

Sur la formule bar. p. 89. Andere Betrachtungen, die er p. ›er die Winde anstellt, scheinen mir nicht gegründet. Das des Barometers soll bei stürmischem Wetter von einer nicht talen Richtung der Winde abhängen; aber oft fällt das Baro- ın den Orten am meisten, wo kein Sturm beobachtet wird.

a. a. O. p. 47.

bis 1400 Meter höher sind. Hier müssen daher fast imm abwärts gehende Winde statt finden, und das um so m die kalte Luft der beschneiten Gipfel an den Abhängen fliefst. Die Höhe der Beobachtungs-Orte über Tarbes wa ein Nivellement genau bekannt, und es schien der Mühe mehr als vierhundert in jenem Thale und in Tarbes ang Beobachtungen zu berechnen. Die Beobachtungen gaben bed deutende Differenzen, die hier wohl zu erwarten waren; ab gab die wahre Höhe, selbst das Mittel aus allen Mittags achtungen gab die Höhe um 20 Meter zu klein. Hie also das Barometer in dem eingeengten, hoch liegenden zu hoch, wie es der niederwärts gehende Wind forderte. ses Resultat war um so entscheidender, da die Mittagswä diesem eingeengten Thale gewifs gröfser war, als in den hohen frei liegenden Luftschichten, und aus diesem Gru Rechnung, auf eine zu grofse Mittelwärme eingericht Höhe eher zu grofs hätte geben sollen. Und ein directer versuch bestätigte jene Meinung vollkommen. Der Pic d ist 1654 Meter über jenem Puncte des Thales von Barège die von 10 bis 1 Uhr angestellte Beobachtung gab im Mitt die Mittagsbeobachtung 1670, also fast eben so viel zu w jene zu wenig, wie es seyn mufste. Ramond bemerkt dafs freie Berghöhen am richtigsten durch das Barometer be werden.

Bei Orten, die sehr weit von einander entfernt lieg die Unsicherheit der Bestimmung wegen der nicht gleich Aenderung des Barometerstandes ungemein grofs. Am 2 1821 um 9 Uhr Abends stand das Barometer in Zürch Linien niedriger als in La Chapelle bei Dieppe, obgle Differenz 10 Linien betragen mufste; man würde die Hö Zürch über Dieppe also um ganze ½ zu klein gefunden Am 25. Dec. 1821 gegen Mittag stand in Petersburg da meter 17 Linien höher als in Harlem, obgleich beide gut wie genau gleich hoch liegen[1]. Damit hängen unstreit die starken Wechsel zusammen, die man bei stürmischen ter in den Höhenbestimmungen minder entfernter Orte

---

1 Brandes de repentinis variationibus in press. aëris ob Lips. Schwickert. 1826.

ezu geben meine Beiträge zur Witterungskunde[1] Beiidem unter andern im März 1783 bei stürmischem WetIöhe des Gotthard über Genf folgendermaſsen bestimmt ım 4. März 5250, am 5. März 4820, am 6. März 5280, ärz 5280, am 8. März 5450, am 9. März 5330, also um e verschieden. Bei so unruhigem Zustande der Atmovird man wohl nicht leicht Höhenbestimmungen machen aber gleichwohl ist es wichtig zu wissen, welche groſse ıheiten statt finden können, um darnach auf die auch bei n Winden und bei geringerem Steigen und Fallen des ers eintretenden Ungleichheiten zu schlieſsen.

:nn man die Tiefe von Bergwerksschachten bestimmt, so h zu den bisher erwähnten Ursachen ungleicher Höhenıungen noch eine andre gesellen. In der freien Atmohaben wir, in eudiometrischem Sinne, doch immer nur d dieselbe Luftart oder Luftmischung, in Höhlen und en dagegen kann die atmosphärische Luft mit andern :n gemischt seyn, und ist es gewiſs sehr oft. Daſs dann z anderer Coefficient gewählt werden müſste, ist klar, ı will nicht dabei, sondern nur bei einigen andern hierhörigen Bemerkungen verweilen. Wenn das Barometer ırk, und vorzüglich, wenn es sehr plötzlich fällt, so müsh wohl diejenigen Luftarten, die sich aus den Spalten sen oder wo sonst her entwickeln, am reichlichsten entwik- so wie unter der Luftpumpe bei aufgehobenem Drucke ıſt aus Wasser und andern Körpern hervordringt. Man lso bei tiefem Barometerstande am meisten hierauf zu achben; man wird bei tiefem Barometerstande wahrscheinlich :isten das Verlöschen der Lichter wegen fremder Luftarmerken.

:immung der Höhen aus ganzen Reivon Beobachtungen, und von der Beimmung der Höhe eines Ortes über dem Meere.

Venn man den eben bemerkten Unsicherheiten bei der Höstimmung ausweichen will, so muſs man die Beobachtungs-

[1] S. 62.

puncte nicht zu weit von einander entfernt wählen; man muſs die Tage, wo das Barometer starke Aenderungen seiner Höhe erleidet, vermeiden, oder darf wenigstens an solchen Tagen den Beobachtungen keinen hohen Grad von Sicherheit beilegen. Die Beobachtungen müssen so viel als möglich, gleichzeitig angestellt werden, und um die täglichen Variationen in der Abnahme der Wärme bei verschiedenen Höhen minder schädlich zu machen, ist es gut, an heitern, stillen Tagen in den mittlern Stunden des Vormittags und Nachmittags, also etwa um 9 Uhr und 4 Uhr zu beobachten, und dagegen die Mittagsstunden, noch mehr aber die Abendstunden, die Nachtbeobachtungen und die um Sonnen-Aufgang angestellten Beobachtuugen auszuschlieſsen. Am besten aber ist es, an mehrern Tagen die Beobachtungen zu wiederholen, dabei aber immer die eben erwähnten Stunden zu wählen, und dann das Mittel aus den berechneten Höhen zu nehmen.

Diese Vergleichung mehrerer Beobachtungen ist vorzüglich dann wichtig, wenn die Orte weit von einander entfernt sind. Da hier die Einwirkung jener Umstände, welche die Höhenberechnung unsicher machen, fast gar nicht zu vermeiden ist, so muſs man derselben durch zahlreiche, unter ganz verschiedenen Umständen angestellte Beobachtungen auszuweichen suchen, indem da die ganz zufälligen Einflüsse eines ungleichzeitigen Steigens und Fallens des Barometers sich aller Wahrscheinlichkeit nach aufheben werden, und der Einfluſs des Windes nur allenfalls dadurch, daſs ein Wind mehr als der andre herrschend gewesen ist, noch in einigem Grade merklich bleiben kann. Am besten ist es, eine solche Reihe zahlreicher Beobachtungen einzeln zu berechnen; indeſs kann man sich allenfalls auch begnügen, die beobachtete Mittelhöhe des Barometers in Verbindung mit der mittlern Wärme so in Rechnung zu nehmen, wie man es bei einzelnen Beobachtungen thut. Daſs diese Mittelzahlen aus *allen* gut angestellten Beobachtungen hergeleitet werden müssen, und daſs man ja nicht das Mittel zwischen dem höchsten und tiefsten Barometerstande dafür annehmen darf, habe ich wohl nicht erst nöthig zu erwähnen; das letztere Verfahren würde um so unrichtiger seyn, da das Barometer an einigen Orten viel tiefer unter die Mittelhöhe sinkt als an andern Orten, und deshalb das Mittel zwischen den Extremen nicht allein nicht die Mittelhöhe ist, sondern auch nicht einmal eine an beiden

rten gleich viel von der Mittelhöhe abweichende Bestimmung bt[1].

Hierin liegt auch die Regel, wie man die Höhe über dem eere für Orte findet, die entfernt vom Meere liegen. Es ist ei nöthig, die genaue mittlere Barometerhöhe an der Meeres-erfläche zu kennen, deren Bestimmung nicht ohne Schwie-keit ist[2]. Nur in der heifsen Zone ist es, wegen der grofsen ichförmigkeit der Aenderungen des Barometerstandes möglich, einzelnen Beobachtungen die Höhe über dem Meere zu berech-, wie Oltmanns es aus von Humboldt's Beobachtun- gethan hat[3].

Unvermeidliche Fehler.

Die Frage, welche Sicherheit die barometrischen Höhen-ungen gewähren, wenn alle theoretischen Schwierigkeiten lich besiegt wären, verdient noch eine kurze Beantwor-, um so mehr da einige Beobachtungsregeln sich daran an-n.

Ich halte es zwar für überflüssig, die Regeln zu wiederho- die bei Beobachtung des Barometers allemal zu beobachten ; ich übergehe auch die Wärme-Correction[4] und die Cor-n wegen der Capillarität[5], und bemerke nur Folgendes, serm Gegenstande besonders angehörend.

Nach d'Aubuisson, der die sorgfältigsten Bemühungen auf n Gegenstand gewandt hat, kann man, 1. bei der genauesten achtung des Barometers eine unvermeidliche Unsicherheit 0,1 bis 0,2 Millimeter oder von 0,04 bis 0,09 Linien an-

1 Nach Schön's Witterungskunde ist auf dem St. Gotthard, die Mittelhöhe = 21″ 9‴,47, das Mittel zwischen der äufsersten ″ 8‴,7, das Mittel zwischen den Extremen mehrerer Jahre = ‴,0. Dagegen in Genf das wahre Mittel = 26″ 10‴,96, Mittel hen den höchsten und tiefsten Ständen = 26″ 7‴,85, Mittel zwi- den Extremen mehrerer Jahre = 26″ 9‴,02. In Mittelburg Mit-he = 28″ 0‴,38, Mittelhöhe aus den Extremen = 27″ 9‴,25, l aus den Extremen mehrerer Jahre = 27″ 10‴,57.

2 Vergl. Art. *Barometer* Th. I. S. 914. Ramond S. 69. 187.

3 v. Humboldt nivellement barométrique. in dem 4. Theile der e de Humb. et Bonpl. Astronomie. I. p. 286. 289.

4 S. Art. *Barometer* Th. I. S. 900.

5 S. *Capillarität* Th. II. S. 907.

nehmen und dieser Irrthum bringt 4 bis 9 Fuſs Fehler in d Höhenbestimmung. 2. Sehr leicht kann man in der Bestimm der Temperatur des Quecksilbers um 1 Grad fehlen, da, we die Kugel des Thermometers nicht in das Quecksilber des Baro meters selbst eingetaucht ist, leicht das Thermometer eine etw andre Wärme haben kann; 1 Grad Fehler bringt aber bei 2 Zoll Barometerhöhe eine Differenz von 0,067 Linien oder in d Höhenbestimmung etwa 5 Fuſs hervor. Diese Fehler könn bei kleinen Höhen-Unterschieden eben so gut, als bei groſs vorkommen, und da sie bei beiden Beobachtungen summire einwirken können, so kann der Fehler von 9 bis 12 Fuſs si verdoppeln. 3. Auch die Temperatur der Luft kann um 1 Gr fehlerhaft gefunden werden, indem ein unbedeutender Wi oder das Vortreten einer Wolke vor die Sonne und viele and Umstände ein Schwanken des Thermometers hervorbringen, w durch die Bestimmung der wahren Wärme bis auf 1 Grad un cher werden kann. Ein solcher Fehler von 1 Grade bringt ab wenigstens 2 oder 3 Tausendtel der ganzen Höhe als Fehler das Resultat. Diese Umstände zusammen können also, we sich die Fehler anhäufen, die Höhen, die auch nur 5000 F betragen, um mehr als 30 Fuſs fehlerhaft angeben.

Wenn man sich in dem Falle befindet, Höhen bestimme zu wollen, ohne an einem nahen Orte einen Gehülfen zu habe der die correspondirenden Beobachtungen macht, so muſs ma den bedeutenden Fehler, der aus dem Steigen und Fallen de Barometers in der Zwischenheit von einer Beobachtung zur an dern entstehen kann, dadurch zu vermeiden suchen, daſs ma an jeder Station lange genug verweilt, um die stündliche Aen derung des Barometers wahrzunehmen. Findet man am zweit Orte eben die stündliche Aenderung wie am ersten, so kann ma bei nicht zu groſser Zwischenzeit mit einiger Wahrscheinlich keit annehmen, daſs diese Aenderung stetig fortgedauert hab indeſs bleibt man immer Unsicherheiten ausgesetzt, die, zu mal bei nicht bedeutenden Höhen-Unterschieden, die gan Arbeit untauglich machen können[1].

Zum Schlusse muſs ich doch noch erwähnen, daſs da

---

1 Am Schlusse des oft angeführten Werkes von Ramond findet sich eine: Instruction élémentaire et pratique sur l'application du baromètre à la mesure des hauteurs.

ferential-Barometer zu Höhenbestimmungen gebraucht wer- kann, dafs mir aber noch keine wirklichen mit demselben estellten Messungen bekannt sind, und dafs bei sehr genauen sungen es schwerlich den Vorzug vor dem gewöhnlichen ometer verdienen möchte, da hingegen, wo eine sehr grofse auigkeit nicht verlangt wird, wohl einige Bequemlichkeit ähren mag.

Abgekürzte Berechnung und Tafeln.

Da die Correctionen, welche man bei den Höhenmessun- wegen der ungleichen Schwerkraft anzubringen hat, wenig gen, so kann man sich oft begnügen, die Rechnung ohne sicht auf diese zu führen, und dann lassen sich die Regeln Rechnung so angeben.

1. Man drücke die in beiden Stationen beobachteten Ba- erhöhen in einerlei Mafs aus, und füge der im untern Stand- angestellten diejenige Correction bei, welche (nach der t. *Barometer* Th. I. S. 903. gegebenen Tafel) der Differenz Wärme des Quecksilbers gemäfs ist; — diese Correction ist fast r subtractiv, weil fast immer die Wärme im obern Stand- geringer ist.

2. Man suche die Briggischen Logarithmen der corrigir- rometerhöhe des untern Standpunctes und der beobachte- rometerhöhe des obern Standpunctes, und subtrahire den ren von dem ersteren.

3. Diese Differenz multiplicire man mit dem barometri- Höhen-Coefficienten, den man nach d'Aubuisson 18375 r oder um mit den gleich zu erwähnenden Gaussischen Ta- übereinzustimmen = 18382 Meter = 56587 Fufs setzen

4. Die so gefundene Zahl gäbe die Höhe richtig bei Null Wärme; ist aber die Mittelwärme der Luft in beiden Stand- ten höher, so mufs man zu jener Höhe so viel Zweihundert- zulegen, als die Mittelwärme Réaumürsche Grade über Null

Will man genauer rechnen, so findet man alle nöthigen eln im Vorigen, und ich kann daher die weitern Verbesse- gen übergehen.

Da es aber bei einer Rechnung, die oft sehr wiederholt an- andt werden mufs, angenehm ist, Hülfstafeln zu ihrer Er-

leichterung anzuwenden, so setze ich hier noch die kleinen G
sischen Tafeln her, deren Berechnung auf folgenden Grü
beruht, und deren Gebrauch ich nachher zeigen will.

Setzen wir den barometrischen Coëfficienten = 18382
ter, und nehmen wir an, daſs er sich um $\frac{1}{450}$ für jeden R
mürschen Wärmegrad ändert, so ist sein Briggischer Logari

für 0° = 4,26439
für + 1° = 4,26656

also wenn die Summen der Thermometerstände im Frei
2°, folglich die Mittelwärme = 1° ist, hätte man den L
rithmen = 4,26656; Gauss hat dafür 4,26658 gesetzt. So
klärt sich die Entstehung der ersten Tafel, wo A der Loga
des jeder Wärme entsprechenden barometrischen Coeffic
ist. Ich habe noch A' für Pariser Fuſse beigefügt. Di
gilt für 45 Grad Breite; es wird etwas gröſser für kleiner
höhen und kleiner für gröſsere; die zweite Tafel giebt a
wie viel man die fünfte Decimalstelle von A bei jeder P
ändern muſs.

Die dritte Tafel giebt an, wie viel der Logarithme de
fundenen Höhe in der fünften Decimale geändert werden
um der Abnahme der Schwere in der Höhe Genüge zu
Diese beiden Correctionen lassen sich aus den obigen For
leicht finden. Gauss bringt nun zuerst die Correction w
der Wärme des Quecksilbers dadurch an, daſs er von dem
garithmen der beobachteten Barometerhöhe in der fünften D
malstelle zehnmal so viel Einheiten abzieht, als das Therm
ter Réaumürsche Grade zeigt. Eigentlich ist

$$\log P = \log P' \left(1 - \frac{T}{4440}\right)$$
$$= \log P + \log \left(1 - \frac{T}{4440}\right)$$
$$= \log P - \frac{T \cdot 0{,}43429}{4440}$$

also nahe genug = log. P — T . 0,0001, und das gera
die Gaussische Correction, die wegen der geringen Wärme
renzen ausreicht.

Gauss's Tafeln.

Erste Tafel.

ist die Summe der in beiden Stationen beobachteten Wärme der Luft.

A für Meter.	A′ für Par. Fuſs.	t + t′	A für Meter.	A′ für Par. Fuſs.
4,25337	4,74170	+ 21°	4,28667	4,77500
4,25448	4,74281	22	4,28770	4,77603
4,25560	4,74393	23	4,28874	4,77707
4,25671	4,74504	24	4,28976	4,77809
4,25781	4,74614	25	4,29079	4,77912
4,25892	4,74725	26	4,29181	4,78014
4,26002	4,74835	27	4,29283	4,78116
4,26111	4,74944	28	4,29385	4,78218
4,26220	4,75053	29	4,29487	4,78320
4,26330	4,75163	30	4,29588	4,78421
4,26439	4,75272	31	4,29689	4,78522
4,26548	4,75381	32	4,29790	4,78623
4,26658	4,75491	33	4,29891	4,78724
4,26765	4,75598	34	4,29991	4,78824
4,26872	4,75705	35	4,30092	4,78925
4,26980	4,75813	36	4,30192	4,79025
4,27087	4,75920	37	4,30291	4,79124
4,27195	4,76028	38	4,30391	4,79224
4,27301	4,76134	39	4,30490	4,79323
4,27408	4,76241	40	4,30589	4,79422
4,27514	4,76347	41	4,30688	4,79521
4,27620	4,76453	42	4,30787	4,79620
4,27726	4,76559	43	4,30885	4,79718
4,27832	4,76665	44	4,30984	4,79817
4,27937	4,76770	45	4,31082	4,79915
4,28042	4,76875	46	4,31179	4,80012
4,28147	4,76980	47	4,31277	4,80110
4,28251	4,77084	48	4,31374	4,80207
4,28356	4,77189	49	4,31471	4,80304
4,28460	4,77293	50	4,31568	4,80401
4,28564	4,77397			

Zweite Tafel.

Correction von A.

Polhöhe.	+		Polhöhe.	+	
0°	0,00124	90°	23°	0,00086	67°
1	123	89	24	83	66
2	123	88	25	79	65
3	123	87	26	76	64
4	122	86	27	73	63
5	122	85	28	69	62
6	121	84	29	65	61
7	120	83	30	62	60
8	119	82	31	58	59
9	118	81	32	54	58
10	116	80	33	50	57
11	115	79	34	46	56
12	113	78	35	42	55
13	111	77	36	38	54
14	109	76	37	34	53
15	107	75	38	30	52
16	105	74	39	26	51
17	102	73	40	21	50
18	100	72	41	17	49
19	97	71	42	13	48
20	95	70	43	9	47
21	92	69	44	4	46
22	89	68	45	0	45
23	86	67			
	—	Polhöhe		—	Polhöh

Dritte Tafel.

Correction des berechneten Logarithmen V.

V	+	V'	V	+	V'
1,9	0,00001	2,4	3,1	0,00009	3,6
2,3	1	2,8	3,2	11	3,7
2,4	2	2,9	3,3	14	3,8
2,5	2	3,0	3,4	17	3,9
2,6	3	3,1	3,5	22	4,0
2,7	3	3,2	3,6	27	4,1
2,8	4	3,3	3,7	34	4,2
2,9	5	3,4	3,8	43	4,3
3,0	7	3,5	3,9	54	4,4

Die Rechnung nach diesen Tafeln wird so geführt. Nach man beide beobachtete Barometerstände in gleichem Maſse = und = b', die zugehörige Wärme des Quecksilbers = T = T' in Réaum. Graden ausgedrückt und die Summe der T

Luft in beiden Stationen = t + t′ bestimmt hat, uerst die Briggischen Logarithmen beider Barome- id schreibt hinter jeder das Zehnfache T oder T′; : die Differenz der Logarithmen und die Differenz hnen aufgezeichneten Zahlen, die letzte subtrahirt r Differenz der Logarithmen. Die so erhaltene Zahl t man in den Logarithmentafeln auf, und schreibt zu diesem addirt man das der Temperatur gemäfse, er Polhöhe aus Tafel 2 corrigirte A; die Summe giebt e nachdem man A oder A′ aus der ersten Tafel an- t; man fügt den aus der dritten Tafel hervorgehen- ionswerth hinzu, und hat dann die Logarithmen der l diese Höhe in Fufsen oder Metern ausgedrückt, je an A′ oder A angewandt hat.

voriges Beispiel würde hiernach so berechnet.

= 27″,17 ; T = 14,9; t = 15,3

= 19,845; T′ = 7,6; t′ = 3,2;

t + t′ = 18,5.

1,43409	. . . .	— 0,00149
1,29765	. . . .	— 0,00076
0,13644		— 0,00073
— 73		
0,13571		

darf hier wegen der Polhöhe keiner Correction, da die ng fast unter 45° Breite angestellt wurde; daher

log. u	=	9,13261
A′	=	4,77241
Corr.	=	0
V′	=	3,90502
l. dritten Tafel	=	17
V′	=	3,90519

aber 3,90519 = log. 8038,8.

s wäre die Höhe in Par. Fufsen.

ich andere Tafeln, welche die Höhenberechnung er- , hier umständlich beurtheile, wird man wohl nicht ; selbst die Angabe ihrer Einrichtung würde zu viel dern; ich setze indefs die Titel derer, die mir bekannt :

es barométriques pour faciliter le calcul des nivelle- des mesures des hauteurs par le baromètre, par B. de

Lindenau. Gotha. 1809. Horner hat aus diesen Tafeln Nöthigste auf wenige Seiten zusammengedrängt mitgetheil G. XXXIX. 470.

Benzenberg's Beschreibung eines einfachen Reisebaro ters, nebst einer Anleitung zur leichtern Berechnung der B höhen. (Düsseldorf. 1810.)

Tables barométriques portatives donnans les difference niveau par une simple soustraction, par Biot. (Paris. 1811 Auch in Traité élémentaire d'astronomie physique par Biot. me troisième.

Tabellen für barometrische Höhenmessungen von Gau (Giessen. 1817 in Sedez.)

Tables hypsométriques portatives par J. Oltmanns. P 1811. Sie stehen auch in v. Humboldt's Voyage Partie Vol. I. p. 325. Ein Auszug daraus in G. XXXVIII. 278.

Tafeln am Schlusse von Ramond's Mémoires.

Nuove Tavole barometriche e logarithmiche per facilita calcoli delle Altezze per mezzo del Barometro. Seconda E zione. Genova. 1818.

E. M. Hahn, barometrische Tafeln, mit einer Anleitung Kenntnifs der meteorol. Werkzeuge u. s. w. (Breslau. 1823.

Littrow über Höhenmessungen durch das Barome (Wien. 1825.)

Tables hypsométriques pour le baromètre, divisé en pou et lignes du pied français et pour le thermomètre octogésir Zuric. 1828. *B.*

Höhenmessung,

thermometrische; *mensuratio altitudin ope thermometri.* Auch das Thermometer kann zur Besti mung der Höhen gebraucht werden. Da nämlich das Wa früher, bei geringerer Wärme, siedet, wenn der Druck der L schwächer ist, so kann die Wärme, bei welcher das Was zum Sieden kommt, zur Bestimmung des Luftdrucks dien Die frühern Bemühungen de Luc's und anderer, welche m den umgekehrten Zweck hatten, auszumitteln, bei welc Wärme das Wasser an Standpuncten von gegebener Höhe l che, übergehe ich hier, und verweile blofs bei Wollasto

das Thermometer geradezu als Werkzeug zur Hö-
nzuwenden [2].

ston leitet aus Ure's Versuchen [3] folgende Bestim-
Wenn das Fahrenheit'sche Thermometer so gra-
ss sein Siedepunct oder die Wärme = 212 Gr.
ke = 30 engl. Zolle angemessen ist, so siede das
02 Graden, wenn der Luftdruck = $\frac{30}{1,23}$, bei 192°,
$\frac{30}{,23 \cdot 1,24}$ sey. Dieses gäbe die zu 202° gehörige
e = 24,399; die zu 192° gehörige = 19,676.
weicht indeſs ein wenig von dieser Bestimmung
: statt 1,23; 1,231, wonach er dann die Austhei-
einzelnen Grade so vornimmt.

$\frac{1,24}{1,23}$ = 0,0003907 ist, so ist dieses die Diffe-
mal zu addirenden Logarithmen und Wollaston
Tafel, worin die zweite Differenz der Logarith-
Zahl ist.

tze.	Barometerhöhe.	Log. d. Bar.	Differenz.
	31,2395	1,4947043	87720
	30,6149	1,4859323	88110
	30,0000	1,4771213	88501
	29,3949	1,4682712	88892
	28,7993	1,4593820	89282
	28,2133	1,4504538	89673
	27,6367	1,4414865	90063
	27,0695	1,4324802	90454
	26,5115	1,4234348	90844
	25,9627	1,4143504	91234
	25,4230	1,4052270	91625
	24,8923	1,3960645	92015
	24,3704	1,3868630	

sich nun leicht eine Tafel der zu jedem Siede-
gen Höhe über dem Puncte angeben, wo das Ba-
l steht; diese Tafel ist nach Wollaston folgende:

r. for 1817. for 1820. p. 295.
ion viel früher (Ph. Tr. XXXIII. 179. u. LXXI. 524.
ke geäuſsert sey, bemerkt Wollaston selbst.
1818. p. 338.

Wärme.	Höhe.	Wärme.	Höhe.	Wärme.	H
213°	— 528	209	1600	205	3
212	0	208	2138	204	4
211	+ 531	207	2678	203	4
210	1064	206	3221	202	5

Wollaston giebt einige Beispiele von wirklich so be-
ten Höhen, bei der einen gab

die thermometr. Messung 3546,2
die barometrische — 3548,9
Roy's — 3555,4
bei der andern die thermometr. — 2350,5
die barometrische — 2391,8
Roy's — 2371

Er bediente sich hierbei eines so grofsen Thermometers jeder Grad beinahe 4 Zoll betrug und daher noch $\frac{1}{100}$ G gelesen werden konnte. Er fand es aber schwierig, di pe, auf welcher das Wasser zum Kochen kam, gegen de zu schützen, und glaubt, der Fehler der letzten Mess einem starken Winde zuzuschreiben, der doch wohl, d Lampe und Wassergefäfs von einem kupfernen Gefäfs u waren, den Wasserdampf um $\frac{1}{10}$ Grad mehr als das Ther ter abkühlte.

Es scheint daher nicht, dafs man mit dieser Messu weiter käme, zumal da die Temperatur der Luft eben so achtet und alles das in Rechnung gezogen werden muf als Correction bei den barometrischen Messungen vorkomm stelle deshalb auch keine weitern Untersuchungen über di derungen an, welche Wollaston's Tafel erleiden wenn man ihr andre Bestimmungen zum Grunde legte, merke nur, dafs Beispiele zur Vergleichung sich bei D finden, wo man aber daran denken mufs, dafs seine mometer ihren Siedepunct bei einem andern Baromete zeigten.

Ueber die Vorsichten, die man bei Verfertigung der sem Zwecke tauglichen grofsen Thermometer anwende verweise ich auf Wollaston's eigne Anleitung. Da Röhre nicht lang zu seyn brauche, läfst er das Thermom einrichten, dafs an die aus starkem Glase gemachte Kuge

1 Unters. über die Atmosphäre. Th. II. S. 510.

h weiter Theil der Röhre grenzt, in welchen sich das r bei denjenigen Temperaturen, die selbst in den uncten, welche man zu messen gedenkt, nicht hinm das Wasser zum Kochen zu bringen, zurückzieht. also die Scale und die enge Röhre, in welcher die sdehnung des Quecksilbers gemessen werden soll, nur igen Raum und nur die Temperaturunterschiede, die ie in verschiedenen Höhen statt findende Kochhitze

B.

Höhenpuncte.

ittelst des Nivellirens, der trigonometrischen Messungen, ich aber, der Kürze und Leichtigkeit des Verfahrens rmittelst der Barometerbeobachtungen hat man allmärofse Menge Höhenpuncte auf unserer Erde bestimmt, an auf verschiedene Weise zusammengestellt findet. eils werden dieselben nach den Ländern geordnet, oder Velttheilen, wenn wenigere Bestimmungen bekannt sind Raum eine gröfsere Zahl derselben aufzunehmen verweilen nach dem Zusammenhange der Bergketten, selnur für einzelne Erdtheile habe ich eine alphabetische stellung gefunden. Unter den reichhaltigern Tabellen t können diejenigen genannt werden, welche Kant[1], midt[2], G. F. Parrot[3], Miltenberg[4], F. Förster[5] elbst[6] früher zusammengestellt haben. Inzwischen sind lich erst in dem jetzigen, etwas weniger in dem nächstenden Jahrzehend, eine sehr grofse Menge neuer oder er Höhenbestimmungen der Mehrzahl nach in den ten zerstreut bekannt geworden, so dafs es bei noch den Bemühungen dieser Art bald sehr wohl möglich l, barometrische Nivellements fast aller bekannten Län-Erde aus ihnen zusammenzustellen. Die neuesten Ta-

ysische Geographie. Hamb. 1817. II Tom. 8. II. 2. S. 109.
ndbuch der Naturlehre Giefsen 1813. II. 672.
undrifs der theoretischen Physik. Riga und Leipzig 1815.

e Höhen der Erde. Frankf. 1815.
leitung in die allgemeine Erdkunde. Berl. 1818. 4. 8. 50.
fangsgründe der Naturlehre. Heidelb. 1820. II. 86. ff.

bellen dieser Art, welche indefs der Natur der Sache nach absolute Vollständigkeit keine Ansprüche machen, sind HALLASCHKA [1], eine sehr reichhaltige von BAUMGARTNER [2] in einem eigenen diesem Gegenstande gewidmeten Werke PERROT [3]. Belehrend und zugleich interessant sind ferne graphischen Darstellungen der Berghöhen, welche auf den nannten Höhen-Charten gegeben werden [4], bei der jetzt handenen grofsen Fülle von Bestimmungen aber nicht fü anders als von beschränktem Umfange seyn können.

So interessant es übrigens in mehrfacher Hinsicht ist, die Hülfsmittel dieser Art sofort die Höhen der verschie Orte nach Verlangen kennen zu lernen, so stehen doch wünschenswerthen Zuverlässigkeit dieser Bestimmungen manche Schwierigkeiten entgegen. Abgesehen von den M solcher Messungen im Allgemeinen ist schon die Menge einer vollständigen Tabelle aufzunehmenden Bestimmungen mäfsig grofs, und die Grenze nicht leicht anzugeben, w man sich doch nothwendig stecken mufs. Aufserdem ist den Sammler ganz unmöglich, alle einzelne Oerter der Erd kennen, und da namentlich so manche Berge ganz verschie Namen haben, je nachdem man sie von der einen oder einer dern Seite besteigt, so ist es fast unmöglich zu vermeiden, nicht einzelne Angaben doppelt vorkommen sollten. End aber ist es in vielen Fällen aufserordentlich schwer, die grö oder geringere Genauigkeit der verschiedenen Bestimmungen prüfen, und man mufs sich hierbei lediglich auf die Autor derjenigen verlassen, von denen sie herrühren. Sehr gr Fehler lassen sich zwar nach den gegenwärtig zu Gebote ste den Hülfsmitteln nicht erwarten, wenn es sich aber um O handelt, welche nicht weit von einander entfernt und rück lich ihrer Höhe nicht sehr verschieden sind, so kann es leicht ereignen, dafs aus den verschiedenen Angaben W

---

1 Handbuch der Naturlehre. Prag 1825. III. 175.

2 Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande. u. Wien 1826. S. 705.

3 Tableau comparatif des hauteurs des principales Montagnes lieux remarquables du globe cet. Par A. M. PERROT. Par. 1826.

4 Z. B. die Höhencharte von MECHEL. Berlin 1807.

ımentlich in Beziehung auf den Lauf der Flüsse und hervorgehen.

n nachfolgenden Tabellen habe ich die besten mir zu ıenden Quellen benutzt, und sie so weit geprüft als lich war. Unter den Autoritäten nenne ich als die ten RAMOND[1], CHARPENTIR[2], REBOUL[3], GAUT-LCROS[5], BERTRAND ROUX[6], KARSTEN[7], v. HOR-BOHNENBERGER, WILD und SCHÜBLER[9], J. F. MEMMINGER[11], MARTIUS[12], F. PARROT[13], NÖGGER-CHULTES[15], FALLON[16], welcher theils seine eigenen, theils auch diejenigen schätzbaren Bestimmungen macht hat, welche ihm durch Se. Kais. Hoheit, den RAINER[17] mitgetheilt wurden. Eine Menge Bestim-er Höhen in England findet man bei BAKEWELL[18],

—

. de l'Inst. IV. 14. XIV. 1. Mémoires sur la formule baro-la Mécanique céleste. cet. À Clermont-Ferrand. 1811. 4.

. Cor. XXVIII. 175. Ueberhaupt finden sich in vielen Bän-Zeitschrift eine Menge von Bestimmungen.

. de Chim. et de Phys. V. 234.

ad. XVIII. 433.

. univ. VII und XVII. 97 u. a. a. O.

cription géognostique des Environs du Puy en Velay. p. 216.

XX. 193.

BOHNENBERGER und VON LINDENAU Zeitschr. für Astronomie

›inger Blätter von VON BOHNENBERGER und VON AUTENRIETH.

dbaierns Oberfläche nach ihrer äufsern Gestalt u. s. w. 820.

schreibung von Würtemberg. Stuttg. 1823.

ıysiognomie der Pflanzen. 1824. S. 23.

GELHARDT und PARROT Reise in den Caucasus; desgleichen ›ise in den Pyrenäen. In naturwissenschaftlichen Abhand-Dorpat. Berlin 1823. S. 189.

as Gebirge im Rheinlande Westphalen. IV. 822.

on. Cor. XI. 515. Dessen Reise auf den Glockner. S. 309.

lon. Cor. XII. 507. Hauptsächlich Archiv der astronomisch-trischen Vermessung der K. K. Oesterreichischen Staaten. k.

on. Cor. XI. 307.

inleitung in die Geologie. S. 267.

W. Phillips[1] und in den englischen Zeitschriften[2]; seh
verdanken wir dem unermüdlichen Forschungsgeiste Leo
von Buch's[3], den stärksten Antrieb zu den Höhenmess
im Allgemeinen und den barometrischen insbesondre gaben
die ausnehmend zahlreichen, welche A. von Humboldt
gelehrten Welt von America mitgetheilt hat. Ueber die i
essanten Höhen des Asiatischen Hochlandes haben unter a
die Messungen von Hogdson und Herbert, desgleichen
den Gebrüdern Gerard[5] Auskunft gegeben; eine ausneh
grofse Menge von Höhenbestimmungen, theils eigene,
fremde von den verschiedensten inländischen und ausländi
Gelehrten findet man in der durch Berghaus und Hoff
herausgegebenen Zeitschrift[6], andere minder reichhaltige
len nicht zu erwähnen[7].

Die von mir gewählte alphabetische Form der Tab
zur Ersparung des Raumes nothwendig, und eben des
konnten auch die Quellen nicht angegeben werden. Sie h
bei den Vortheil, dafs man jeden gesuchten Ort leicht
kann, bringt aber den Nachtheil mit sich, dafs man kein
berblick der Höhenzüge erhält, indem die Oerter, sel
verschiedenen Welttheilen lexicographisch neben einander
Nur in einigen Fällen, wo es besonderes Interesse haben kö

---

1 Outlines of Mineralogy and Geology. fourth ed. 1826.

2 Z. B. Ann. of Phil. LXXII. 448. Edinb. Phil. Journ. a
Edinb. Journ. of science. XVIII. 312. Phil. Mag. LXV. 467.

3 In dessen Norwegischer Reise und in Physikal. Beschr
gen der Canarischen Inseln. Berlin 1825.

4 Nivellement barométrique fait dans les régions équinox
nouveau Continent. cet. 3me. Liv.

5 An Account of trigonometrical and astronomical obser
cet. by Hogdson and Herbert in Asiatic Res. XIV. Calcutta.
In den folgenden Bänden ist die Reisebeschreibung der Ge
Gerard.

6 Hertha. Zeitschrift für Erd- Völker- und Staaten-K
Stuttg. 1825 bis 1828. zusammen X Bde. Wird fortgesetzt.

7 Z. B. Annuaire présenté au Roi in mehreren Jahrg. name
1823. Nouvelles annales des Voyages. z. B. 1823. Mars. Journ
Mines. z. B. XVIII. 321. d'Aubuisson in Journ. de Phys. LXVIII
Berger ebend. LXV. 27. Morozzo in Mém. de l'Acad. de Turi
p. 1. ff. Renovanz und Pausner die Höhenpuncte in Sibirien. in
Ann. des Voyages. 1823. Mars. p. 353.

zt, ob der Name einen Berg, Dorf, See oder Fluſs nd die trigonometrisch bestimmten Höhen sind mei- ein beigesetztes t kenntlich gemacht; die Höhen n Par. Fuſs vom Spiegel des Meeres an gerechnet.

ocher)	1314	Ahrweiler	272
)	1548	Aidat, Dorf	2627
	1140	Aiguille d'Argentier	12464
	1721	Aiguilles de Baulmes	4814
	221	Aiguille de Goutte	11442
	74	— Dru	11682
chweiz) t.	5630	— du Midi	12054
	7850	— Noire	9744
	1188	Airolo	3502
Meierei	2024	Aix	498
f	6828	Akka-Solki	3186
	2180	Ala, Dorf	3154
orf	2880	Alagna, Dorf	3637
öhe	2580	Alais	431
	2369	Àlaska, Pic	7050
f	6264	Alausi, Stadt	7488
	10950	Albacete	2046
Ceilon)	5772	Albengo Monte	4398
(bei Kandy)	6099	Alberca de Pelangeo	5530
inav.)	4858	Albergharia velha	413
	4170	Albis Hochwacht	2581
	1401	Albon	6294
	2159	Albrechtsdorf	528
	923	Albristhorn t.	8530
	1789	Albujarras	8700
loſs	940	Albula Scheideck	1185
	8460	Alcobaça, praça	299
	2700	Alcula de Henarez	2228
	10484	Aldingen	2039
	4304	Allarmont	1052
	1947	Allee blanche	7494
	3821	Alleghany, Berg.	2826
	947	Allendorf a. d. Sorne	951
	1304	Allerheiligen b. Tübingen	1939
asaltkuppe	1972	Allevart (Franken)	1356

Allier, Quelle	4383	Andreas San	
Almaguer, Stadt	6924	Anger (in Oestreich)	
Almajalosjegna	5200	Angheri (Ital.)	
Almenspitze	8086	Angustura	
Almuradiel	3252	Ankogel	
Almuradil	2292	Anna-Kirche. St.	
Alpschelen t.	6864	Anna, St. (Dorf in Krain)	
Alpsteig (Steiermark)	3297	Annaberg	
Alsbach	343	— Stadt	
Alphthal	3055	— (in Oberschles.)	
Altai, kleine	9120	Anna-Dodici	
Altanka, Dorf	4400	Annenur (Stadt Caucas.)	
Alt-Els	11432	Anns-Hill. St.	
Altenau	1752	Anspach	
Altenberg, Stadt	2247	Antioquia	
Altenburg	350	Antisana, Berg	
Altenmarkt (Steiermark)	1351	— Höhle	
Altenstein, Schlofs	1112	— Meierei	1
Altkönig	2400	Antonio San de Cucuta	
Alto de las Cachones	3510	— San (America)	
— de las Sepulturas	8262	Aosta	
— del Noble	8328	Apiai	
— del Proble	5802	Aporthorn	1
— de Val certo	3297	Appenzell	
— do Pitre	1224	Aranda Altode	
Altura de S. Cornely	2869	Aranjuez	
Altwalldorf (Ungarn)	2215	Ararat (Armenien)	1
Amaga	4166	Aarau	
Ambert, Stadt	1678	Arber	
Ambin Glacier de	10384	Arberg	
Ambohitsmene	10796	Arbesan (Posthaus)	
Ameca, Dorf	8216	Arbizon, Pic	
Amertenhorn t.	8108	Arburg-Hill	
Amiens	138	Arche	
Amoeneburg	1165	Arequipa, Vulcan	
Amstag (Schweiz)	1579	Areskuten	
Ander St. (Graubünden)	3042	Arete de Tablahuma	1
Andermatt	4452	Argenkogel	
Andex, Bad	2288	Argenthal	
Andreasberg	1852	Argual	

rbergw.	2121	Auerbacher Quelle	497
	3116	Auersberg (Schloſs im	
America)	5964	Würzb.)	1693
	9959	Auersberg (Schloſs in	
	1062	Krain)	3186
	1856	Aufhalt	262
	2322	Augsburg	1464
hrspiegel	560	Augustusberg	992
	849	Aulnay	351
cape	953	Auronze	8604
	720	Ausserardens	6169
Dorf	7776	Aussee, (Steiermark)	2082
ly	2773	— Stadt	638
rer	9024	Aussig, Elbspiegel	372
terer	8910	Ausspann	1240
	2636	Autane	9029
	2823	Aux	1202
f	3694	Auxerre	266
	2108	Avalon	829
	3433	Avern	668
Dorf	6270	Avignon, Stadt	85
	1160	— (Jura-Berg)	2832
	1905	Avio	476
	3133	Awatscha	9006
	1682	Ax	2300
l.	7896	Axedge	1645
	757	Ayavaca, Dorf	8442
	14568		
	2536	**B.**	
	2385	Bacharach	266
u	2519	Backnang	780
	2436	Badany	4164
	227	Baden-Baden, Quelle	543
	291	— Schloſsberg	1476
nte Santo	6360	Baden (bei Wien)	638
ene	10800	Badenweiler, Stadt	1296
rge	7200	— Schloſs	1421
	13200	Badrinath höchster Pic	21996
	7296	— niedrigster	20369
	5239	Baenzlauistock t.	7810

Bärenkopf, (Hessen)	2028	Barcellona
— (Vogesen)	2874	Barcellonette (Savoyen)
Baffaud, Dorf	3612	Barchi Col di
Bagborough	800	Bardon - Hill
Bagneux	375	Bareaul, Hammerw.
Bahlingen	1564	Barnaby - Moor
Baiersbronn	1560	Baroude, Pic
Baigory, St. Etienne de	499	Barozo, Altura de
Baikal - Sée	1715	Barquisimeto
Baillardspitze	2904	Battenheim
Bairat	7150	Barthelemi, St. Pic d'Appi
Baireuth	1105	Bartolomeo, S. (Can. Ins.)
Balaspoor	1375	Barton - Hill
Balding	20091	Baruschowitz
Baldissero, Dorf	1311	Basel, Stadt
— Berg	1698	— Rheinspiegel
Baldo	6768	Basredon, Dorf
Balgheim	2150	Bassano
Ballenstedt	539	Bast - Berg
Ballon, Mont	4220	Bastei (bei Dresden)
— d'Alsace	3870	Battenderg, Warte
— de Lure	3492	Battok, Mount
— de Servance	3726	Bautzen
Ballrechten	1028	Bayard, Mont
Balme, Dorf	4420	Bayerbach
Balm La	2598	Beachy - Head
Balmhorn	11415	Beacons of Brecknock
Balmont	1116	Beacon - Hill
Bamsaru, Paſs	14494	Béat St., Dorf
Banneza La	2184	Beaumont
Banio	2098	Bebra
Banstead	540	Beckhur
Baou de Bretagne	3252	Beckingen
Bara - Debi	6571	Bedinam - brav
Bar - le Duc	569	Beeler Stösschen
Baranco - Hondo	1232	Beerenberg (Insel Mayen)
Barancas de Johannes		Beeston Castle
(Amer.)	9840	Beggingen
Barasson	9180	Begnins
Barbosa	4385	Beidara, Stadt

:	2316	Bernhard, Grofse	8460
	4313	— — Pafs	7476
	1080	— — Hospitz	7668
	831	— kleine, Hospitz	6750
(Sibirien)	5643	Bernkastel	315
	1135	Bernstein, Dorf	1948
	2398	Besançon	755
	9666	Beseno	1415
.	7642	Besigheim	525
	1921	Besse	3191
	790	Betschan	4380
adt	723	Bettichen	1192
	1281	Betzberg	6212
	2570	Betzdorf	2205
i Pilnitz)	1013	Beuscer, Monte	3852
	3288	Bex	1328
	3766	— Salinen	2354
	3059	Bezières	358
	3637	Bhadrai	7038
	4378	Biberach	1652
	7386	Bickenbach, Schlofs	722
panien)	1980	Biedenkopf, Schlofs	1136
	829	Biédoux Pic	9396
	5130	Biesnitz, klein	806
	2814	Bielenhorn t.	8[illegible]
	2822	Bilarkenstein	5860
	2527	Bilbao	69
	12198	Bildstocker Höhe	1267
	8090	Billeta	3498
l	920	Billstein, Berg	2000
Staufen)	3165	Bilstein, Stadt	908
	4302	Bingres	1368
t.	2742	Binsdorf	1071
adt	1342	Binzen	853
	115	Birbronnen	2253
	3358	Birikulskaja	496
Bemont	2940	Birkendorf	2432
	1792	Birkenfeld	1228
	2832	Birken-Kogl t.	8687
	1224	Birs, Quelle	2348

Bisbino	4144	Boersten
Bischoffingen	732	Boetzberg
Bischofsheim	564	Bötzingen
Bischweiler	415	Boffalora
Biscota, Alpe	4451	Bogota, Sta. Fe de
Bispingen	676	Bogshal Heath
Bistrouv	3849	Bockeveld Plateau
Bitz	2765	Boladore
Black-Comb (Cumb.) t.	1801	Bolca, Burgo di
Blackhouse-Height's	2223	Bolgario Monte
Black-Hambleton-Dawn		Boll
(Yorks.) t.	1169	Boll, Schwefelbad
Black-larg	2710	Bollendorf, Berg bei
Blaitier	7992	Boller, Berg
Blankenburg	724	Bollersberg
Blasien St.	2369	Bollingen
— St., Abtei	2277	Bollschwell
Blassenberg	5511	Bologna
Blattenhorn t.	8729	Bondorf
Blaue Berge (Jamaica)	6828	Bonn Rhein
Blauen Berg	3586	Bonnamäs
Bleasdale Forest (Lancas.) t.	1604	Bonneville (Arvesp.)
Blechhütte (Harz)	619	Bonvoisin
Bleiberg	2256	Boppard
— (Kärnth.)	2832	Bopser
Blessberg, Grofse	2791	Borgomanero
— Kleine	2146	Borkenkrug
Blössling, Berg	4019	Borna
Bloskilb	1781	Bornum
Blümle-Berg	1611	Boscolengo
Blümlis alp	11393	Bossenheimer Berg
Blue-Ridge	2047	Botley Hill
Bober, Quelle	1234	Botton Head (Yorks.) t.
Bocza	2840	Botzen
Bodenburg	476	Boudières
Bodensee, Wasserspiegel	1164	Bouchel, See von
Bodewin	5880	Boulquera
Bodmen t.	2420	Boulsworth Hill (Lancas.) t
Böllerfelden	2863	Bous, Pic
Börsel, Berg	552	Bow-Fell t.

	659	Brixen	1903
t (Yorks.) t.	1169	Broadlaw	2632
(Sommers.)t.	913	Broadway Beacon (Glo-	
	6619	cesters.) t.	1019
	2502	Brocken	3633
t.	3358	Brockenkrug	2452
	1295	Brogau, Wirthshaus	2732
	2391	Brogen, Dorf	2732
Berg	531	Bronveau	646
rz)	1812	Broson	8262
.	7423	Broterode	1708
	3208	Brown Clee Hill t.	1694
rankr.)	78	Brown Willy (Cornw.) t.	1284
ei Aalen	2182	Brozzo, Dorf	2546
	1697	Bruchberg	2739
	292	Brucheca	3856
Berg	510	Bruck, a. d. Muhr	1393
	728	Brückenberg, Dorf	2293
	3173	Brünig, Paſs	3196
	2331	Brüssel	262
	11691	Brüx	628
	6463	Schloſsberg bei Brüx,	
	1467	(Böhmen)	1192
	2774	Bruménil	948
(Pembro-		Brumpt	446
	1206	Brunate	2256
haus	4374	Brunnecken	2610
darüber	4114	Brunnholz	2941
	9000	Brunone - Monte	9426
	400	Bruyères	1488
	1938	Bryg	2114
	3840	Bubenberg	1772
	108	Bubendorf, Bad	1141
	1913	Bucharische Steppe	1116
dorf)	6177	Buchau	2065
	7836	Buchberg	638
	4026	Buchberg, Schlesien	2410
	419	Buchenhübel (Sudeten)	2540
f	4050	Buchhalde, Berg t.	2679
own	606	Buchholz	1919

Buchstein (Schelterwald)	1787
Buchtorma	808
Buckhill	2229
Buckow Groſs	379
Budislau	6886
Budissin	669
Budosch	9000
Budrai (Badrai)	7040
Budweis	1152
Bühlhubel t.	3630
Bühnert, Berg	238
Buenavista, Berg	5010
Bündihorn t.	7832
Bürgelen, Probstei	2083
Büsletenhorn t.	10563
Büsson	810
Buet	9468
Buga, Stadt	2994
Bugarach	3903
Buggenried	2779
Buitrago	3126
Bukhtarminsk, Fort	840
Bulle, Stadt	2400
Bunzlau	737
Buoch	1583
Burendo-Paſs	14235
Burgbühl (Obernheim)	3002
Burgfelden	2820
Burgos	2694
Burkardsrode	779
Burtigni	2266
Busca	1290
Bussen	2364
Buster Hill (Hamps.) t.	860
Buticas	1519
Butserhill	859
Butte de Sers	5111
Buttenhausen	1881
Butterton Hill (Devons.) t.	1129
Buxweiler	677

Bwlch Mawr (Caernarvons.) t.
Bykle

C.

Cabezo di Maria
Cabo do Mondego
Cacadogne
Cader Ferwyn (Merionets.) t.
Cader-Idris t.
Cänisfluhe t.
Caermorthen-Vau t.
Cairgorm
Cairnferg
Cairn-Kinnow
Cala, Dörfchen
Calaboro, Stadt
Calais
Calbega
Caldas
Caldera, (Canar. Inseln)
Calf Hill t.
Callado de Plata
Callao
Calmot
Calpi, Dorf
Calvagione
Camanacoa, Stadt
Camaron, Berg
Cambridge (America)
Camentz
Cameragh-Riedge
Campiam
Campodolcino
Canald
Canazei
Canigou
Cannstadt
Canoas

	714	Castelas (bei Marseille) t.	2371
	5713	Castellamonte, Stadt	1153
	16380	Castellaun	1224
	7058	Castle King	827
knoks.) t.	2246	Casueletta	2696
(Oestr.)	2047	Cat - Law	2123
Caernar-		Catlenburg	373
	981	Catocache	15420
	4198	Catuaro, Dorf	1134
ik. t.	3815	Cavarère	6906
ei	6450	Cawsand Beacon (De-	
	4552	vons.) t.	1681
)	5757	Caxamarca	8792
	2496	Cayambe	18168
	8100	Cembra	1816
llyn	3252	Cenis Mont	11058
	4847	— Paſs daselbst	6363
	30	Cerajon de Martas	4620
	177	Ceramede Monte	5110
	2472	Cerf	1010
.)	511	Cergue	3212
	2064	Cermetta Collo della	3958
:.	3215	Cerny Brain Mountain t.	1742
llyn t.	3255	Cero, Dorf.	2282
	8432	Cerra de St. Pallonia	9192
ca)	5581	Cerro Axusco	11310
nien)	1700	Cerro de Cocollar	2448
	7080	Cerro de la Cruce	9882
	1133	Cerro de la Giganto	4619
	169	Cerro de Macultepée	4734
America)	2964	Cerro de Sitzan	11622
	738	Cerro de Xolucar	2502
	637	Cerro pelado	1894
	4614	Cerro ventoso	8772
	235	Certa del Porta Chuelo	5736
	4110	Certon	1815
	483	Cervello (Corsica)	5622
io	6722	Cervin (Mont Chervin)	7438
	75	Chabauspitze	2658
	2842	Chaberton t.	9624

Chabrières	9093	Chatrat, Dorf	
Chahorra	9276	Chaumes Les	
Chaillot petit	7379	Chaumont	
Chaillot de Vieux	10224	Chaux, Schlucht von	
Chalanges	8200	Chaver Praça	
Chalet Gobet, Paſs	2665	Chaveli	
Chalons sur Marne	338	Cheirkumim, Quelle	
Chamalièves (Loires.)	1555	Chenaletta	
Chambery	822	Cheviot Hill t.	
Chambon, Dorf	2750	Chiavasso	
Chamechande	6437	Chiavenna	
Chamouni, Priorei	3144	Chilpansingo, Stadt	
Champagny	1164	Chimboraço, Spitze	
Champeleon	6437	— beob. Ort	
Champleon Puy	7545	Chinama	
Champs du Feu	3320	Chingasa, Capelle	
Chamvens	3696	Chiquinquira	
Chanctonburg-Ring	764	Chiracibery	
Chandpur	8033	Chironico, Dorf	
Changrezhing, Dorf	11730	Chocs, Alpe. (Karpath.)	
Chantouzet	4378	Cholsum, Gebirge	
Chapelle de Vassivières	4016	Cholula, Stadt	
Chapoltepec, Meierei	6432	Chongba, Paſs	
Charance	4799	Chonzin Ben	
Charang, Paſs	16578	Choor	
— Dorf	11260	Chrenoisspitze	
Charang-Kama, Paſs	11823	Chrischona	
Charbres	4618	Christianenberg (Böhmen)	
Charo, Stadt	5868	Christo (Stancho)	
Charvey Mont	2376	Christoval San	
Charwendelspitzen	7322	Christophsthal	
	7306	Chur	
Chasserale	4666	Chur, Berg (Ostind.)	1
Chasseron	4957	Chur (Himlaya)	1
Chasna, Dorf	4013	Cicon Mont	
Chastreix	3257	Cima del Craste	
Chateau de Murat le Quayre	3212	Cime del Impossibile	
Chateau de Bousson	1270	Cima de Toringa	
Chatellon	522	Cima di Doccia	
Chatillon	1653	Cima di Vernina	

	7189	Col de la Mer	9990
	6645	Col de Lanière	9990
orf	5808	Col de la Seigne	7578
Pico de		Col de Maleutra	5113
	16302	Col de Menté	4238
	417	Col de Noyer	5091
	1383	Col d'Ournon	2549
teier)	1534	Col de Praclos	5938
(Glow-		Col de Saix	10338
	1064	Col de Seigne	7578
nd	1262	Col de Servières	7182
	2269	Col de Siclaire	9093
	1012	Col de Siolane	9069
	541	Col de Souffle	9744
	2049	Col de Tende	5526
	419	Col de Terret	7146
	2063	Col de Tressere	5326
	3696	Col de Turbat	9957
	1583	Col di Barchi	4322
	2429	Col di Four	8376
	130	Col du Braun	3013
	12588	Col du Brois	2520
	281	Col du Galibier	8593
r Mon-		Col d'Urtis	5664
	2458	Col Grande (Kärnthen)	4979
	1824	Collado de Plata	4170
	2472	Colleda	654
	7824	Collenberg	1285
	6748	Collier Saw (Durham) t.	1574
ne	7530	Colmar, Stadt	577
ei Nizza)	3013	Colmar, Berg	1080
'yrol)	4727	Colombier	4453
	2518	Colombier Grand	5200
	5202	Col Tarat	7146
	3888	Combin	13252
	6953	Comer See	772
	4668	Comi	1050
	10578	Condeira	393
	6437	Confinale t.	10392
	9986	Coniston Fell (Lancas.) t.	2418

stanz	1182	Cronau, Dorf
ateaux, Berg	9618	Crontite
atraviesa	8700	Crofs - Fell t.
reras	1830	Crouagh
Corail	1612	Crowborough - Beacon
Corasson	14988	Cruce di Muraglia
Corbon	2886	Crustolo
Corcovado (Brasil.)	1970	Csuk t.
Cordes, Dorf	2754	Chuchilla de Guandisava
Cordoba	748	Cuença
Corley	695	Cuernavaca, Stadt
Cornée la	3512	Cueva
Corneille, Berg	2331	Cuevas, Dorf
Corno di Canzo t.	4230	Culmberg (Vogtland)
Corona La (Canar.)	1837	Cumana, Hafen
Corravilliers	1428	Cumanacon
Cortina	3775	Cumbe, Dorf
Costa bona	7578	Cumbre de Mulhazein
Coste Loupet	7470	Cunnersdorf
Côte de Delme	1142	Cuptana
Cotopaxi	17712	Czerwa - Gora
Cottbus	262	
Courlarde	5076	D.
Courroux	2466	Daba, Hochgebirge
Court	2029	Dachberg
Courtelain	2136	Dachsehen
Crabère	8124	Dachstein bei Hallstadt
Crabicules Pic de	9900	Dadelishorn t.
Cradle Mountain t.	2388	Daeumel
Crammont	8424	Dammersfeld
Cravanche	1260	Dankar, Fort
Crespadore, Dorf	1171	Dannenfels (Donnersb.)
Cret de Chalem	3414	Danzewelle - Kopf t.
Cret de la Goutte	4992	Darmstadt
Cret de Locle	3185	Darney
Cret Moniot	3312	Datmar
Cristol St.	2526	Dattenreit
Croag - Patrik	2500	Daubitz, Dorf
Crodo	1650	Dauphin Mont
Croisée de Gimel	3370	Davos, Dorf

ocke	5046	Diey Saint	1062
	506	Dijon	856
	2223	Dillingen	1262
g	3127	Dillinger Berg	1412
	2570	Dinario	7000
	3329	Dinkelshäuserberg	1095
	2706	Disentis, Abtei	3549
	1386	Ditchling Beacon	805
enreit	1128	Diumbier Alpe	6170
s	1142	Dobratsch (Kärnthen)	7375
	2295	Dobritz Grofs	443
i)	2155	Dodeinaz	12571
piegel	340	Doeblen	563
	2712	Dörenberg bei Osnabrück	1096
	820	Dörfle, Altglashütte	3056
	9156	Dogne, Quelle der	5212
	6789	Dohna	425
n	4572	Doldenhorn. t.	11182
	11388	Dole Mont	5176
	9805	Dollaburn	2663
nberl.) t.	1046	Dolmar	2403
lle	3360	Dolzig	348
	20000	Domo d'Ossola	1017
	3271	Donau (bei Sigmaringen)	1692
	116	Donaueschingen	2124
öhe	1640	Donauwerth	1253
Stadt	2126	Done, Berg	2544
g	4387	Donnersberg bei Trier. t.	2090
	2219	Donnersberg. (Böhmen)	2513
	1160	Donnersberg (Böhmen)	2064
	23214	Donnon	3230
	26340	Donnon-Grand.	3138
	24166	Dornach, Schlofs.	1494
	23999	Dornborner Kopf	2083
elena)	2692	Dortmund	440
	1472	Dossen	5196
Rhein)	1189	Dossoledo, Dorf	3853
	619	Dottingen	2329

aot im Nivellement Barom.

, Quelle	2856
ɜ	1454
field, Pafs nach	
ntheim	4285
enfels (Dürkheim)	1767
enkopf am Rhein	1010
rchen	544
Quelle	3680
u	308
rrenstein	2191
tz t.	7790
berg	3798
elz	2092
n, Stadt	306
hhorn t.	8629
tz	9005
veyre	6437
amautre	23925
wehir	24156
wino, Spiegel des	
	189
Dumpelfeld	655
Dündenhorn. t.	8730
Düngelfeld	855
Düngenheim	1420
Dünkirchen	28
Dürande la, Berg	3985
Dürrheim	2150
Dürrwangen	1810
Düsseldorf (Rhein)	120
Duida	7938
Dundroigh	1968
Dunkery Beacon (Sommers.) t.	1565
Dunnose	743
Durlberg	5586
Duttweiler	677
Dwggan (Brecknoks.) t.	1943
Dyhrnfurt	338

E.

Ebernburg
Ebersberg (Harz)
Ebersdorf (Grafsch. Reuss)
Ebingen t.
Ebnet
Echatz, Quelle
Echlerdingen
Echternach
Eclüse Fort
Edelmannskopf
Edelsberg t.
Edelschrot, Berg
Ederquelle
Eger
Eggischwand t.
Egmont (Neuseeland)
Egna Col de
Egnard St.
Ehingen
Ehrenbreitstein
Ehrenfriedersdorf
Eibenberg
Eichelberg (Harz)
Eichelberg bei Rothenfels (Schwaben)
Eichelspitze
Eierhauk
Eiger t.
Eimeldingen
Einkorn, Berg (Schwaben
Einsiedeln
Eisenach
Eisenbach
Eisenerz (Oestr.)
Eisleben
Eitersberg
Elbebrun
Elberfeld
Elbersweiler

	1414	Erbach	632
	17388	Ereslids, Ebene	5471
naguer	2160	Erfurt	585
	1380	Erlangen	997
	1678	Erlebrück	2920
	1222	Ermeralda	1062
)	1808	Erndtebrück, Dorf	1550
)	591	Erndthalden	1641
	1745	Ernstberg	2080
r.)	16974	Ert-berg t.	2481
)	3400	Erwitte, Dorf	739
lam.) t.	16758	Erzberg (Oestr.)	4693
s)	2361	Erzeck t.	6762
	1978	Erzkasten	3982
	3055	Eschhölzmatt	2675
	2683	Escorial	3408
	693	Escoubous, See	6313
lofs	1331	Eselshöhe	1600
	1206	Esmeralda	1062
	2186	Espadan Pico de	3394
	829	Esperanza (Canar. Ins)	2563
	626	Esperou, Dorf	3716
e	2976	Espinasse	3251
en	1604	Espitalette	4489
	582	Essenberg	1305
	2540	Esslingen	703
	3185	Estables, Dorf	4161
	8769	Estanzia de las Vacas	8669
Olpe	1799	Estobon	1638
	1580	Estrella	5305
fs-	2112	Etang	2508
	5723	Etoges	449
	6001	Ettrick-Pen	2092
	2406	Ettlingen	375
	1341	Eula	730
	677	Eulenstein (Harz)	1302
lofs	2240	Evillers-Geländes	2832
	903	Eyafields-Yökul	5394
	2364	Ezel	6554

F.		Felſs Pfarrthurm t.
Fähnern, Alpe	4676	Feltre
Fälkniſs	7825	Fenatz
Fahid	2313	Fenisberg
Fahlen, Dorf	2697	Ferenberg
Fairlight Down	562	Ferner, Groſse
Fairwether (Nordam.)	13824	Feuerbacher Heide
Falkenberge	2037	Feuerkogl
Falkenberg, Stadt	240	Feuerstädter Berg t.
Falkenstein	1020	Fibia
Fallerhorn	7863	Fichtelberg
Fanaserberg	6338	Fieudo
Faraux	7542	Filisur, Dorf
Fargusone	4910	Finestra
Farnleiten	3316	Finestre, Dorf
Farnsberg	2358	Finndals Brücke
Farrenberg	2537	Finsterahorn t.
Farrenkapf	2335	Finstermünz (Oestr.)
Fastenberg	2861	First t.
Faucille	4093	Fisistock t.
Faugerolle-l'Eglise	914	Fiume
Faulhorn t.	8250	Fix, Dorf
Faulkogel	8100	Fizer t.
Fauverge	2976	Flachau
Faxefield	4002	Fläscherberg
Fechinger-Berg	1070	Flaunsen, Groſse
Feistelberg	1258	Flinsberger Bad
Fekenberg	2651	Flirsch, Pfarrthurm t.
Feldberg gr. bei Frankf.	2606	Flitscher, Klause
— kleiner	2379	— Schloſs
Feldberg, Dorf, (Schwarzw.)	1159	Florenz
Feldberg t. (Schwarzw.)	4597	Florenzberg
Feldberg-See	3417	Fluberig
Feldsee	3401	Fogstue
Feldstädten	2405	Fohren
Felipe San	5892	Fohrenbühl
Fellbach	874	Folgaria, Plateau
Fell-Horn t.	5388	Folgaria, Stadt
Felsberg	1578	— Berg
Felshorn t.	8600	Folgefond, Gletscher t.

	4035	Friedrichsfelde	148
	559	Friesensteine	2888
	406	Frischbrunnen, Dörfchen	2281
, Dorf	2337	Frößen	1696
'ic de	8682	Frutingen t.	2127
orf	2942	Frutigen, Dorf	2534
ristophthal)	1970	Fuenta de la Cuchilla	4842
	3817	Fürkli-Scheideck	7251
: de	5820	Fürth	578
ier de	8180	Füssen	2455
	4854	Fulda	838
	5659	Fundl-Kopf t.	7371
	3751	Furca (Paſs)	7788
	1212	Furca di Betta	8106
	3224	Furca di Bosca	7213
	5700	Furtwangen	2691
ic	9414	Fusagasuga, Dorf	5640
	14232		
	1266	**G.**	
Höhe	1300	Gabel (Böhmen)	750
Hardtgeb.)	724	Gablenz	445
chloſs	1090	Gaderiolhorn	8725
.	228	Gadmen t.	3707
O.	116	Gadria-Berg	9036
	968	Gänsehals (am Rhein)	1587
	1417	Gaggenau	433
dberg t.	5010	Gahma	1839
꞉itze	10896	Gais (Schweiz)	2938
Iessen)	1241	Galanda	8360
hön)	1118	Galfinstein	1597
	5431	Galiegos Los	8292
	6492	Gallen St.	2086
	7043	Gallenstok	11323
	1146	Gams (Schweiz)	1413
	871	Gamshaag	6570
	1096	Gandersheim	397
	1030	Gandstock	6985
elle	3336	Gangautri	9684
	2175	Ganges, Quelle	12141
t in Steierm.	1755	Gangtang, Paſs	17167

Gans (am Rhein)	947	George St.
Gant-Kosel t.	5725	Geradmer
Gap	2306	Gerberstein
Garandie, Dorf	3155	Gerbier de Jones
Garde d'Eycenac	2969	Gerbizon
Gardon, Quelle d.	2877	Gerihorn t.
Gariach	2814	Gerloswand
Gario	11028	Gerlosstein, Alpe
Gasave, Meierei	7392	Germada-berg t.
Gascas Alto de	5448	Geronimo San
Gasterenholz t.	4153	Gersbach
Gastein (Oestreich)	6298	Gerstenhorn t.
Gaube, See	5492	Gerwyn Goch t.
Gavarnie	4438	Geseke, Stadt
Gavernu	7182	Geyrenspitze
Geba	2442	Geyerskopf
Gebrannte Stein	2682	Gex
Gede	8611	Ghuhsul, Paſs
Gefrees	1697	Giandola
Geiersberg (b. Aschaffenb.)	1900	Gibraltar, Felsen
Geisberg (Salzburg)	3852	Giesleflue
Geisberg (bei Heidelberg)	1120	Gieſsen
Geisfluh (bei Oltingen)	2961	Gifhorn, Allerspiegel
Geishöhe	1670	Gilmshügel
Geishorn höchst. Punct t.	6900	Gilotepec
Geiſsberg (Schwarzw.)	2179	Gilserts-berg t.
Geiſselstein	2185	Gimbreter Höhe
Geiſslingen	1220	Gimpel-berg t.
Gellihorn t.	6980	Ginesio, Monte St.
Geltsch	2018	Giornico, Schloſs
Gelterkinden	1228	Giramena
Gemmi, Paſs	6985	Girecour
Gempenfluh	2331	Giri, Quelle
Genestous, Dorf	2937	Giromagny
Genevre, Mont	5960	Gittelde
Genf	1252	Glarus
Genfer-See	1150	Glaserberg
Gengenbach	567	Glaswaldsee
Genkingen	2400	Glatz (Böhmen)
Gennaro	3924	Gleichberg, Groſse

leine	2116	Gotha	878
	6000	Gottesberg, Stadt	1729
	1108	Gotthard t.	8587
	7176	— Hospitz	6440
-	11982	Gounong-Pasaman	12732
te daselbst	6625	Gousta	6080
	1324	Gozzano	1050
	10294	Grabenstädten	2260
	3493	Gradiaberg	9036
	5827	Graditzberg	1255
	212	Grätz	1206
, t.	8216	Grafenhausen	2684
ch)	2586	Graieck	1857
	2097	Granada, Hochebene	2180
eich)	2114	Grande Replan	3222
nd.)	1566	Grand Mont	3222
	249	Grangeberg	4368
	2762	Granter Mont	5917
	3300	Grasmere-Fell	2590
h	7428	Grassenberg	8381
	6714	Grassoney, Schloſs	4138
	1502	Gray-Stock	8816
	7812	Greene	362
	1430	Greenwich, Observ.	100
	1632	Greialper Höhe	6177
	287	Greiner	6554
	660	Grenier	5968
	246	Grenoble	746
	412	Grenzacher Horn	1157
esien)	631	Gressonay	4254
Jrmund)	1920	Grevenmachern, Mosel	392
reich)	8233	Gridone di Spoccia	6666
hmen)	1946	— — Brisago	6744
	5948	Gries, Fuſssteig	7338
	112	Griesbach	1501
ich)	1319	Griesberg, Paſs	7338
	1483	Grieshorn	9460
rf	6438	Grigna, Monte della t.	7428
	4344	Grigos, Montanno de	8000
	700	Grijo	1434

Grimma	398
Grimming	1877
Grimsel	9104
Grimsel, Hospital	5757
— Pafs	6638
Grindelwald t.	3507
Gringley	332
Gripliun	12000
Grödner Joch	6608
Grofse Rad	4707
Grofsenhain	324
Grofse Teich	3786
Grossingberg	6078
Grofs Rettenstein t.	6767
Grofs Schlagendorf (Ungarn)	1997
Grofswald	3554
Grubenstetten t.	2260
Grüllenburg	1155
Grün-Berg (Baireuth)	2071
Grünenplan	744
Grünlafs, Dorf	1269
Grünwald (Schwarzwald)	2853
Grund	978
Grundlsee	2031
Grugéres, Schlofs	2482
G'schasi-Kopf	3204
Gspaltenhorn t.	10874
Guacara, Dorf	1614
Guacharo, Höhle	3036
Guachucal, Dorf	9684
Guadalaxara	2254
Guadaloupe, Solfatara	4790
Guadarama, Gebirge	8002
Guadarama, Pafs	4526
Guadarrama	3000
Guaduas	3540
Guaira La, Hafen	24
Guaiteira (St. Miguel)	2812
Guallabamba, Dorf	6888

Gualtaquillo, Dorf
Guamang, Dorf
Guanacas, Pafs
Guanaguana
Guanami, Pafs
Guanapalo
Guanaxuato
Guancabamba, Dorf
Guangamarca, Dorf
Guarita del Paramo
Guaroman
Guasintlan, Dorf
Guayaval El
Guchilaque Dorf
Guckenberg
Gümmelwald t.
Günthersthal
Gündelwängen
Guensberry-Hill
Guia
Guichicovi Pueblo
Guimar, Vulcan (Teneriffa)
Guimar
Guique, Dorf
Guiteritz
Guler
Gumgrath t.
Gunas, Pafs
Gunong Dompo
Gunong Kasambru
Gurtis-Spitz t.
Guscheralp
Gutach (Wutach)
Guttannen t.
Guttenstein, Marktflecken

H.

Haarte, Berg
Habelschwerd
Hachenburg, Schlofs

Parifa .	810	Haspel, Berg	1338
a Chivela	738	Haſslach	662
	5860	Hathersedge (Derbys.) t.	1293
	4135	Haloviejo	4466
	8150	Hatseroe-wand	9783
	2306	Hatzfeld	1039
	2713	Hauberg	1412
	340	Haukogel	8964
	443	Hausach	739
	2295	Hausberg bei Butzbach	1350
	1364	Hausen (am Thann)	2269
	397	Haut d'Honec	4128
	303	Haut de Fresse -	2232
	1453	Haut-du-Rhau	2982
	1208	Haut du Thann	3060
tr.	1467	Haut-Pierre	2748
	2544	Hautschel	2628
	1228	Heas, Dorf	4512
	189	Heas, Aiguillon de	9138
	8310	Heather'sedge	1419
House	81	Hechingen	1671
	10697	Hecla	4790
	10166	Hedgehope (Northumb.) t.	2204
	216	Heidelberg in Thüringen	1161
rhorn	10070	Heidelberg, akad. Inst.	313
	10761	Heidelberg (Böhmen)	3517
s	13987	Heidenheim (a. d. Brenz)	1628
	202	Heidenkopf	2142
	2440	Heilbron	515
	136	Heilbronner Warte	936
	452	Heiligenblat	4206
	4297	Heiligenbrunn (Schwarz-	
	1296	wald)	2049
	5224	Heiligenberg (bei Heidel-	
	3099	berg)	1148
	1270	Heiligenstock (Harz)	1752
	640	Heimberg (Rhön)	1327
uttg.)	1436	Heimsheim	1234
ura)	4476	Heimersdorf	2010
	1576	Heinrichsgrün	2090

Heinrichshöhe	3159
Heitersheim	1036
Helmsgrün	1819
Helmstedt	429
Helvellin (Cumberl.) t.	2867
Hempelsbaude	3839
Hemsdorf	405
Hensbarrow Beacon t.	970
Heppenheim	362
Herault, Quelle	4337
Herbia Grosse	9921
Herbitzheim	647
Herbrechtingen	1416
Herchenheimer Höhe	1974
Herins	4847
Herment, Stadt	2545
Hermittans, Pic	9324
Hermsdorf	336
Herrenberg	1300
Herrenwies	2340
Herrnhut	944
Herzberg (Sachs.)	220
Herzberg (am Harz)	745
Herzog Ernst	9096
Herzogenweiler	2708
Hessenberg	1316
Heuberg t. (Schweiz)	8418
Heuchelberger Warte	930
Heuscheuer (Rieseng.)	2893
Hienerspill	8335
Hierdals Gkytsgaard	481
Hierlaz (Salzburg)	5772
Heighclere	844
High Pike (Cumberl.) t.	1971
Hildesheim	148
Hillseleng	1968
Hils	1135
Hind-Head	866
Hindu-Kuh	19230
Hinteralp (Salzburg)	5070
Hinter-Sonnenwend-Joch	6071
Hircey	2154
Hirschberg, Stadt	1092
Hirschberg, Stadt (Graf. Reufs)	1503
Hirschberg, Berg (Oestr.)	6008
Hirschegg (Steierm.)	2147
Hirschensprung (bei Karlsbad)	1538
Hirschfangsberg t.	5847
Hirschkogel	6796
Hirschstetten	2314
Hirzli	507
Hirzwald	3065
Hisselau, Dorf	1443
Hitterdals Kirke	290
Hoch-Ach (Eifel)	2225
Hochberg (Schles.)	1930
Hochblauen, Berg	3307
Hochdorf (bei Nagold)	1752
Hochederberg	8590
Hochfelden	573
Hochfilzen (Oestreich)	2982
Hochfürst	3717
Hochgadmenstock	9525
Hochgailing	9798
Hochgerach oder Apilla Spitz t.	6027
Hochhorn	10633
Hochhut	8328
Hochkopf (Schwarzw.)	3952
Hochrütti	3943
Hochsalven-berg t.	5602
Hochsat	1397
Hoch-Simmern	1835
Hochstetten, Dorf	2382
Hochstollen	7665
Hochstrassenberg t.	6071
Hoch-Tschernowand	11645
Hochvogel t.	7948

Sömmerau)	2985	Hohenstein (Lausitz)	1282
lesien)	2699	Hohenstein (bei Dresden)	867
	6535	Hohenstollen t.	7688
	1800	Hohentwiel	2150
l	3126	Hohenwartshöhe	10393
weiz)	5906	Hohenzollern t.	2621
	1598	Hoher-Fürst t.	10463
Virthshaus		Hohe Thron	7245
	4461	Hohmatt t.	6392
	1119	Hoierswerda	285
iburg)	2646	Hollage	215
öhle beim		Hollan-Hill	593
	2038	Hollenburg, Draubrücke	1314
	5711	Hollenstein, Dorf	1368
ich)	2849	Holm Moſs (Derbys.) t.	1749
	1621	Holzeberg (bei Zöfen)	2301
	1086	Holzminden, Wesers.	273
s.)	274	Homburg vor d. Höhe	533
	2767	Homburg, Schloſs	908
	1412	Homburg (Schwarzw.)	713
t.	4503	Homest, Berg	2027
	3036	Hommelunde	989
rz)	1893	Honda	1088
rnsbach)	2960	Honrubia	3246
	3242	Horben	1897
	1025	Horgen, Schloſs	1247
lvedere das.	1128	Horheim	1155
rf (Oestr.)	1519	Hornberg, Gutachspiegel	1079
scheid	2502	Hornburg, Ilsespiegel	388
ei Schwäb.		Hornisgrinde	3616
	1699	Horquetta La	5568
	1488	Horsterkopf	1227
dorf	1959	Horstmar, Stadt	346
	2068	Hové	357
erg	2266	Hoya la, Dorf	6432
(Salzb.)	5408	Hradeck	431
(Würt.) t.	2253	Hrasz	1848
	5520	Huancavelica	11010
lseck	1609	Hube, Wirthsh.	784
	1360	Hube, Regenborn	942

Hückeswagen	920	Ida
Huehuetoca, Dorf	7068	Idarkopf
Hühnerthalistock	9930	Idria
Hünerseddel	2302	Jecanlee
Huertas las, Meierei	2970	Jegno-Apo
Hüttau	2058	Jerkin
Hütliberg	2686	Jewahir, Pic
Hüttenbühl	842	Ifinger Spitze t.
Hüttgeswasen	2034	Igrija de Bom Jesus
Hulftegg	3252	Ihringen
Hukeo-Pafs	14812	Ilanz, Dorf
Hümmels	2402	Ildefonso San
Hunau, Berg	2484	Ildefonse St.
Hundskopf	2897	— Pafs
Hundsrücken (Schwarzw.)	3815	Ilefeld
Hundstein	1223	Ilguautla
Hussoco	4994	Illenitze
Huttberg (Böhmen)	1462	Ilsenburg
Huyseburg	917	Illiniza
I.		Imberg
Jacal, El	9618	Immenrode (Weddesp)
Jackson's Mountain höchst.	2350	Imnau
— nied.	2019	Impfingen
Jako, Berg	7619	Imst, Pfarrthurm t.
Jägerthal	605	Incarojo
Jauer (Böhmen)	665	Inciensal El
Jauersberg	3000	Infernay
Javirac	9612	Ingatambo, Meierei
Javita	996	Ingbers St.
Jaxt (bei Ellwangen)	1346	Ingleborough, höchster
Ibach Unter-	3015	Punct
— Ober-	3207	Ingolstadt
Ibague, Stadt	4218	Inkpin Beacon t.
Ibarra, Villa de	7104	Innsbruck t.
Ibbenbühren	231	Inselsberg
Iberg	1767	Interlaken
Iburg	338	Joachimsthal
Ichubamba, Wasserfall	8250	Joaô Altura de San
Icononzo, natürl. Brücke	2754	Joares Llano
Ictaccihuatl	14736	Joch, Pafs

	13002	Ivrea, Stadt	739
	6735	Jyteck	4554
	3500		
Berg bei		K.	
	947	Kadelburg (Rhein)	967
enstadt	2392	Kämpfenberg	1254
›ei Aschaf-		Kärfenstock	8405
	1411	Käsberg	5215
	2252	Käsmark	1050
ächterei	8028	Käsmarkerspitze	7974
	8233	Kohlbacher Grat	5269
	4002	Kahlenberg (Trier)	1324
	7252	Kahlenberg (Oestreich)	1530
	8052	Kahlwang, Marktflecken	2202
	3000	Kajesk	531
	412	Kaiserjoch t.	9569
	1355	Kaiserau, Schloſs	3330
	8019	Kaiser Ferdinandsberg	4163
	1333	Kaiserslautern	759
	1997	Kaiserstuhl (bei Freiburg)	1733
	8185	Kalinuskaja	1104
ıer	12455	Kalisberg t.	3364
:ken	7956	Kallenfluh(b.Waldenburg)	3177
	2901	Kallerberg	7877
	5400	Kalmanka	364
tai)	10068	Kalmberg	5434
)	5590	Kalmuk (Hardtgeb.)	2048
loſs	226	Kalte Herberge (bei Neu-	
	8094	kirch)	3174
bei Wein-		Kaltenberg	992
	682	Kaltenberg-Ferner t.	8912
	2268	Kaltenborn (am Rhein)	1422
	210	Kamberg (Africa)	5300
	3444	Kameniak	1660
	6070	Kamerstock	6340
(Sachs.)	1269	Kamillenberg (Coblenz)	1165
	12850	Kammkoppel	4004
	12870	Kamor	5437
s)	3124	Kampffeld	1613
her	5736	Kampong (Malabar)	6213

Kampong (Mavajon)	2848
— (Nenkellen)	3511
Kanazai	4582
Kandelberg	3909
Kandern (Schwarzw.)	1103
Kandersteg t.	3543
Kanoom, Dorf	8443
Kanzensteig	3845
Kapellenberg (bei Reinlich)	1043
Karlisberg	6030
Karlovitz t.	2361
Karlsbad höchst. Punct	1248
Karlsbad	1176
— Sprudel	1161
Karlsberg Riesengeb.	2542
Karlshafen, Wesers.	291
Karlshöhen	292
Karlsruhe	380
Karlstein (Schwarzw.)	3012
Karstberg	1486
Kasan	580
Kasbeck	14400
Kaschino	372
Kaschiev	312
Kascaiva	4500
Kastelberg	1368
Kasten Hohe	5540
Katharinen-Linde	1349
Katschberger Pafs	4895
Katscher Pafs	4896
Katzbach, Quelle bei Kelschdorf	1388
Katzenbuckel (Odenwald)	1880
Katzenstein (Schwarzw.)	1695
Kaulberg (Harz)	1572
Kaulsdorf	128
Kautokamo	784
Kedar-Kama	11906
Kedarnath, Tempel	11246
Kelleberg	996

Kellberg
— Dorf
Kellenberg
Kempel (od. Zeires)
Kempten
Kennfufs
Kergen, Dorf (Caucasus)
Kerki (Samos)
Kesselberg
Kéubrang, Pafs
Khair-Kumin, Quelle
Kholzure (Sibir.)
Kiachta
Kierringfiall
Kifhäuser
Kilhope Law (Durham) t.
Kill
Killington
Kindersteg (Schweiz)
Kings-Arbour
Kinzig Klein-
Kinzig Kulm
Kirchberg, Dorf
Kirchspitze (bei Marb.)
Kirn
Kirnberg
Kislowodskaja
Kistenberg
Kit Hill (Cornw.) t.
Kittisvara
Kitzelberg
Klachau
Klackberg
Klagenfurt
Klappersteine
Klaridenberg
Klein-Kreutz-Spitz t.
Kleitschberg
Klek
Klinge, Weg darüber

	473	Korkogel	5827
	2223	Korkotjokko	4400
	258	Kornbühl t.	2732
	2560	Koschenberg	489
	4825	Kosel	510
wn	2532	Kosorkze	1039
ca)	3329	Kothbach-Spitze t.	7904
	876	Krähenbach, Jägerhaus	2690
	230	Krainburg	1177
sen)	1176	Krakau	669
in)	1666	Krappitz	444
ine	225	Krasnoiarsk	490
. Brenz)	1542	Krasnojarskoi	684
:-	865	Krasnoretschinskoe	504
lofs	750	Kraubat	1705
	549	Krautskainpafs	6704
sen)	1120	Krehberg (Odenwald)	1650
Frankf.)	1191	Kreineck	1006
ber Ursel)	2600	Kreuzberg (Hessen)	2800
rpathen)	2244	Kreuzberg (zwischen Ve-	
Heidelb.)	1752	nedig und Tyrol)	5102
	11871	Kreuzberg (Franken)	1962
	1552	Kreuzberg (Sachsen)	2996
	6796	Kreuzberg (Schweiz)	5860
ener)	757	Kreuzburg (Schles.)	651
alder)	748	Kreuzjoch	7646
rf	2187	Kreuznach	315
	2046	Kreuznach (Hardt)	970
	572	Kreuzspitz Klein	7738
	1392	Kreuzstein, Dorf (Baireuth)	1501
erwerk	1345	Krieglach, Dorf	1614
	5427	Kriepenstein	5721
	953	Krippenstein	6002
	15020	Krol	15915
	2760	Kroneberg	5190
	82	Krozingen Nieder-	740
	1475	Kyrwan Grofs-	7538
rf	1844	Kschees (Caucasus)	5370
	1913	Kubanj (Böhmen)	4219
	1676	Kublis	2448

…u	674	Lahnberg (Riesengeb.)
…rg	1531	Lahr
…nberg, Ruine	1964	Lairo
…erg, Dorf	2064	Laken, Dorf
— Schlofs	2442	Lakh, Dorf
…	7795	Lamark
…ll	970	Lamba-Thath
…g	1098	Lamerhorn t.
…azza	4680	Lampertsloch
Kulm	691	Landeck, Bad
Kulmer Berg	1294	Landoz
Kumen-berg t.	2039	Landser
Kupferberg (Breisgau)	2600	Landshut (in Schles.)
Kupferberg (Schlesien)	1580	Laudshuter Berg (Schles.
Kupferberg (Böhmen)	1330	Landskrone (bei Görlitz
Kupfersuhl	818	Landskrone (am Rhein)
Kurinskaja	665	Landskrone, Belvedere
Kurja	672	Landwehrgrund, Stadt
Kutschenberg	552	Langeck
Kynast	1812	Langenau
Kynsivara	607	Langenbrück (Schweiz)
		Langenfeld, Dorf (Krain)
L.		Langensalza
Labach-spitz t.	9503	Langensteinbach
Lac de la Fraix	2956	Langgescheid
Lachamp, Dorf	3035	Langogne
Lacher See	850	Langres
Lachna (Olymp)	6120	Langsee
La Costa	5154	Lanoux, Pic de
Ladrillos los	14412	Lanzo
Ladstadt	3297	La Pata Creuse
Lägerberg	3589	Larba, Mont
Lagaves	2599	Larsda
Lago Como	655	Lasenberg
Lago Maggiore	761	Laser Spitz
Lagorei-berg t.	8040	Lassosse, Dorf
Laguiéze, Dorf	3484	Latschberg
Lahn (bei Marb.)	606	Lauba, Elbspiegel
Lahnquelle	1720	Laubach
Lahnberg	1197	Lauban

	7708	Lerma, Rio de	8046
	1382	Lessard, Dorf	3430
	1711	Leutmeritz	353
	1341	Leuk, Bad	4337
ein)	888	Leubus	282
	2364	Leugelstock	5314
	11880	Libanon, Spitze	8946
he Alp.)	6157	Lichtenberg	1278
	9096	Lichtenbrunn	1727
	1533	Lichtenstein, Schloss	2540
	6449	Lichtenow	141
	1308	Liconcio t.	10221
warzw.)	1841	Liddes	4194
	2503	Liebau	1493
	2309	Liebenstein, Bad	1017
	3786	— Altes Schloss	1472
	3766	Lie, Berg	1387
	1286	Liebkowitz	1330
	3726	Liegnitz	365
	7242	Lietzen	1892
	5325	Lieou, See	6196
	8070	Lilienstein	1183
t.	8640	Lima	534
	687	Limburg (Schwarzw.)	857
	306	Limon	2948
	225	Limpach	766
	932	Lind (a. d. Ahr)	1475
p.	405	Lindau	2967
	6450	Lindau t. (im Bodensee)	1196
e de la	4110	Lindenberg (bei Lahr)	878
	1038	Lindenbuck	2770
te	4025	Linz	689
	1568	Lippivara	1800
	918	Lissatz t.	2882
te	1408	Lisser	5134
	2134	Livres	919
	1290	Llactacunga	8882
ee	1863	Llandinan Mountain t.	1781
	2142	Llanelian Mountain t.	1041
	2664	Llangeinor Mountain t.	1744

:os Los	8665	Lorenzone
o de la Venta de		Loucyra
ıicapa	342	Loupilon
› de Tetrinpa	7404	Lourdes
ɔ de Verdecuchu	13044	Lowositz
de Altarcuchu	13536	Lowthershill
ı ı	630	Loxa, Stadt
ıstein	1405	Lubine
J ıstein, Schloſsberg	1644	Luboehna
›rn t.	7915	Lubst, Quelle
:arno (Schweiz)	708	Lucendro-Spitze
ɐnhof	2702	Lucern
ɐnstein	2980	Lucia S. (Canar.)
gen	2478	Lucia, Monte St.
ıch	922	Lübben
n (Stadt in Schles.)	480	Lübens
enberg (am Rhein)	1434	Lücelle, Abtei
ɜnberg (Stdt. in Schles.)	775	Lücira
ɜnberger Hof (Rhein)	1110	Lüneville
kopf (Cap)	2166	Lützelhausen
.stein, Jagdhaus	1657	Lützel, Dorf
Lohacker	2367	Lützerath
Lohmen	522	Ludwigsburg
Lohnsfeld	836	Lugano, See
Loibl, Paſs	4030	Luklum
Loire, Quelle	4312	Lulumbaba, S. Antonio
Lomijauer-See	2123	de, Dorf
Lomnitzer Spitze	8100	Lung, Paſs
Longirad	2793	Lungern
London	162	Luntz, Dorf
Long Mountain (Mont-		Lust, Dorf
gomerys.) t.	1248	Lustenau t.
Long Mount Forest		Lutter, am Barenberge
(Shrops.) t.	1571	Luxeuil
Lonrms-Eggen	6245	Luxenburg
Lons le Saulnier	730	Luz
Loosdorf	925	Lyon
Loosehoe (Yorks.) t.	1317	**M.**
Lorch (Schwaben)	879	Maca, Dorf
Lord's Seat (Yorks.) t.	1609	Macaluba

's Reeks	3193	Mannskopf	2822
	3018	Manosque	1200
	462	Manten	2214
arethen-		Mantes	75
	2052	Manzanares	1934
	4500	Maquibor (America)	1056
	4842	Maracay (America)	1337
	2012	Marang, Stadt	7976
	8000	Maravatio, Dorf	6300
	7270	Marayal	547
	9039	Marbach	1330
	2801	Marboré, Tour de la	9354
f	709	Marboré	10260
Dorf	4140	Marburg, Schloſs	951
)e)	128	Marcchairu Col de	4498
	2554	Marchand Grand	3186
	394	Marcello St. (Italien)	1875
f	108	Maria Sta. (Schweiz)	5609
bene	2400	Mariahülf	2496
	10192	Mariazell	2455
	2244	Marienbad (Böhmen)	1863
	2118	Marienberg (Sachsen)	1863
ro	8000	Marienberg, Stadt	1903
	1023	Marine, Berg	4278
	7537	Marinilla	6356
	2050	Markirchen	1190
ıg	1056	Marksuhl	707
ecke	5652	Marseille Observ.	144
ch)	3105	Marsizzo	6774
	492	Martin St.	2364
.	1355	Martin St., Schloſs	2107
lochebene	8826	Martin St., Dorf (Thal	
	758	Aosta)	1073
	2467	Marzialo, Altures de	673
	17464	Masatlan, Dorf	3912
	11166	Maschairn	5386
	2349	Martigny	1466
	258	Masveaux	1242
	524	Mataro	162
	1145	Matheo St. (Canar.)	2406

ıs Don-	6582	Melun
hen	1855	Memmingen
ice St.	1772	Mengibar (Quadalquivir)
rin	5855	Meran (Tyrol)
ıro Mont St.	4727	Menil Montant
, Berg	10014	Mercuriusberg (gr. Stau-
en	670	fenberg)
na Koah (O-Why-		Merida (Amer.)
ee)	13080	Merzig
wna-Roah (O-Why-		Merzla Vodice
ee)	14894	Mescala, Dorf
a-Wororay (O-		Mesenille, Dorf
yhee)	10122	Mesmer Hohe
n (Schweiz)	3160	Metelicha
pures, Dorf	558	Metma
- Fourvoung	2879	Metz
ades	193	Metzingen
ux	135	Meudon
tellin	4549	Meyringen
lina del Campo	1980	Mexico
vreza (Ungarn)	2732	Mezen, Montagne de
ttersdorf	1336	Mezenc
Megamendon	4548	Mezene
Meggiserhorn t.	6812	Mezières
Meglisalpe	4667	Miage-Gletscher
Mehlis, Dorf	1373	Miaune
Meinungen	831	Michael St. (Oestr.)
Meisner	2481	Michel St.
Meisperach	1170	Michelsberg
Meiſsen	258	Michelsberg (Bruchsal) t
Melans (Schweiz)	1800	Micuipampa
Melderskyn	4558	Micuipampa, Paſs
Meleitschaya, Dorf	1188	Middelburg
Melibocus t.	1677	Midtskoug
Me-Lin	7692	Miguel San. el Solda-
Melischauer	2645	do, Dorf
Melkerrikopf	3155	Mijoux
Melnischnoi	996	Mikola
Melone Rocca	10752	Miltenberg (Main)
Melon Roche	10855	Millwood-Fell

	2516	Moja (Canar. Ins.)	1338
	2328	Môle	5748
ıs	6828	Mohrenkopf (Trier)	1275
lo	7026	Molkenberg	2884
	6696	Monaco	1658
pando	7892	Monadnoc	3051
lenciana	7164	Moncal, Pic de	10008
	2244	Mondalindo	5622
ll	1876	Mondberg	7396
s.	88	Monderone, Dorf	3783
	2382	Mondragon	660
ı Sierra	3732	Monetier de Mauray	7564
ıro	1416	Monpox, Stadt	396
	637	Mont St.	2094
au de	2159	Montabaurer Höhe?	1403
	2958	Montagne de l'Ours	6563
, Dorf	8023	Montagne de l'Oursine	5585
	6995	Montaigü	7155
	3570	Montalon	2762
	7221	Montals	4218
	11679	Montanna de Paraguay	8838
ärnthen)	6462	Montaña del Fuego (Lan-	
	4245	cerote)	1471
	6433	Montau, Meierei	8040
seng.)	3666	Montanvert, Hospitz	5724
	2326	Mont-Barre	1428
	2461	Mont-Blanc	14800
	8520	Mont-Cervin	13860
	201	— Paſs darüber	10284
	1486	Mont de beau temps	
	3017	(America)	14004
	2371	Mont de Lyre	5478
t.	1731	Mont d'Ore, Pay de	
	973	Sancy t.	5831
t.	1658	Mont de St. Cyr	1996
	12663	Mont du Chat	4980
	1340	Monte-Baldo t.	6762
	881	Monte-Bondon t.	6702
	1434	Monte-Bouscer	3810
ər	1535	Monte Cacume-	3285

Monte-Calvo	4800
Monte-Capreo	4480
Monte-Caren t.	6012
Monte-Cavo	2920
Monte-Corno del Frerone t.	8226
Monte-Croce	5102
Monte della disgrazie t.	11316
Monte della Sybilla	7038
Monte de Treconfiño	3860
Monte di Fato	3192
Monte di Madonia	3528
Monte d'Oro	8163
Monte-Figo	1876
Monte-Gazza t.	6408
Monte generoso t.	5356
Monte-Grabri t.	2836
Monte grosso	6888
Monte Jovet t.	7848
Monte Maggiore t.	4291
Monte Maro	10005
Montendre	5178
Monte-Ossero (auf der Insel Rossini)	1794
Monte Primo	4914
Monte Schiena di Asino	4537
Monte-Pasubio t.	6886
Mont Erix	3654
Monte rotondo	8225
Monte Santo (Athos)	6360
Monte Selva piana t.	2966
Monte Sissol t.	2560
Monte Sizzog t.	6721
Monte-Skanupia t.	6561
Monte S. Primo	5214
Monte Sus (auf d. Insel Cherso) t.	1962
Monte Viso	11808
Montferrat	2559

Mont Genevre, Dorf daselbst
Mont Grenier t.
Mont Louis
Mont Martre
Montmirail
Montoset
Montoulion, Pic de
Mont Perdu
— — See
Montredon
Montredon, Schloſs
Montrivel
Mont Rosa
Montrouge
Montserre
Mont terrible
Mont tourné
Montrachat
Mont Venne
Mont Vergy
Monvallier Pic de
Monzelfeld
Moosberg
Mooswald
Moral El
Morales
More, Ben
Morgan Dawn t.
Morgenberg t.
Morgenberghorn
Moritz, Dorf
Morlac
Morni, Fort
Morteaux
Mortigny
Moschelandsberg, Schloſs
Moschelandsberg
Moscow
Mosel, Quelle

	7416	Munten (Schweiz)	1344
	1480	Munzenberg	2216
	4633	Munzingen	616
	3570	Murch (am Einfluſs der Forbach)	
ı	655		1564
	3509	Murcia	462
	3905	Mure La	2714
	2345	Murliberg	5315
ss.) t.	1024	Muscau, Neiſsespiegel	275
	8067	Muscau	285
	1916	Musinet	3505
	1658	Mussa	5159
	8544	— Alpe della	5464
ıe	10218	Mutlenz	901
Gipfel	12990	Mutta	1929
Köpenik	342	Mutten-Joch t.	7631
spieg.	1414	Muzo	2687
	1447		
	229	**N.**	
ıshütte	929	Nabon, Dorf	8544
	7074	Nachtstein	4677
	832	Nad Mlina	5366
orf	210	Naegelis grätli t.	8608
	1658	Naessen, Schloſs	2047
	2494	Nagi Fort	8264
	2209	Nago, Berg (in Tyrol)	6395
	193	Nahan	3009
	159	Nakle, Dorf	11236
am Rhein)	277	Nako, Dorf	11265
adt	622	Namaany Cooly Kandy	
.arktfl.	2090	(Ceilon)	5206
	8520	Nalgun, Paſs	13973
	1170	Nancy	608
.öpenik)	343	Nanganeo, Dorf	6475
	10944	Nanos-Berg t.	3988
ı	9552	Nantes	75
	10956	Narbonne	204
	2532	Nassefeld	7924
	3186	Nauders (Oestreich)	3908
	10902	Nauscheberg	1535

Nauweiler Höhe	1052
Neapel	26
Neckar (bei Cannstadt)	588
Neckar (bei Eberbach)	393
Neckar (bei Tübingen)	978
Neckarquelle (bei Schwenningen)	2084
Neiſse, Stadt	592
Neiſse, Quelle bei Neiſsbach	2708
Neouville	9714
Nepâl, Thal	3840
Nephin	2476
Neron	4060
Nertschinsk	1730
Nesselblösse	4371
Nesselgrunder Forst	2112
Nethou Pic	10722
Netratich	1642
Neuberg, Dorf (Oestreich)	2106
Neuburgalp	4260
Neudorf	2290
Neudorf (Böhmen)	1108
Neuenkirchen (am Rhein)	785
Neuenweg	2221
Neufang, Berg	1937
Neufchatel	1348
Neuhaus (bei Allmut)	2140
Neuhaus (bei Saarbrück)	1192
Neumarkt (Ungarn)	1735
Neumarktl	1442
Neundorf (Voigtland)	2054
Neunkirchen (bei Wien)	1062
Neunkircher Höhe	1624
Neuntelberg	1781
Neurode, Stadt	1182
Neusalz	190
Neustadt (Schwarzwald)	2546
Neustadt	2435
— (Höhe bei Neustadt)	2859
Neu-Thann	1
Neu Valencia (America)	1
Nevado de Huila	16
Nevado de Toluca	14
— — — Hirtenwohnung	11
New Inn Hill (Caermarthens.) t.	1
Nibrang, Paſs	1
Nicolai St.	1
Nicolas San, Dorf	
Niederbron	
Niederhofen	1
Nieder Nowgorod	1
Niedermenndig	
Niederschäffelsheim	
Niederhaslach	
Nierstein t.	
Niesen	7
Niesky	
Nieuweveld'sberge	9
Nikolaiew, Bergwerke	
Nikolajewskoy	
Nillkapf	2
Niloon	4
Nilquelle	9
Nine Barrow Down	
Nine Staudarts (Westmorel.) t.	2
Niti, Paſs	15
Nizza	
Nocera (Neapel)	1
Noehten, Dorf	
Nogales Los	1
Noirmont	
Nollendorf, Kirche	
Nollenkopf	
Nonnensteine	
Nonnenweiher	
Noomja, Dorf	

	527	Obioux	8964
	337	Obyr	6842
nspitze		Ocambaro, Stadt	5742
	1200	Ocaña	2370
,. Man) t.	1693	Ochsenkopf (Erzgeb.)	2744
	7570	Ochsenkopf (Franken)	3219
	432	Ochsenstock	7373
	648	Odenspiel	1286
	4960	Oderbrück (Harz)	2367
	1080	Oe, Paſs	9972
	2151	Oedsland	3147
	1404	Oechringen	692
	2494	Oelberg (Schriesheim)	1342
shaus	2543	Oelberg am Rhein	1440
		Oellache	2856
		Oelscher	5990
	2613	Oertler Spitz t.	12019
	6199	Oex, Schloſs	3009
	6557	Ofen-Scheideck	6486
	10248	Ofenfluh	7900
er Groſs-		Offenau	467
rm.)	6096	Offenburg	508
)	4803	Ofterdingen	1300
	632	Ohlaw, Quelle (bei Alt-	
el)	381	mannsdorf)	904
;, Dorf	2293	Oignon, Quelle	2136
	3220	Oiset	2078
	2351	Olan	2308
	1808	Olbrück	1139
	3452	Oldenhorn	9630
reich)	2472	Old-Sarum	249
varzw.)	1595	Olen, Paſs	8628
	2774	Olpe, Stadt	964
	1360	Oltingen	1836
	764	Olymp (Lachna)	6120
	950	Olymp (Malacca)	11400
erm.)	2986	Olymp oder Elias (My-	
	2353	tilene)	3041
	2281	Olzheim	1511
	2250	Omègna, Stadt	1214

Dorf	7578	Owir (Kärnthen)
f	7560	Oybin
?	7100	Oyskavelenfield
gen t.	2428	Ozon
he (am Rhein)	1983	
umatra)	12160	**P.**
u	875	Paber, Quelle
Yökul	5850	Pablo, Dorf
Quelle	3616	Pabststein (Sachsen)
	1441	Pacote
s	9000	Padauner-Kogl. t.
	1612	Padua
h-Berg t.	3391	Pädnack
	360	Paesana
gen	1303	Pak-Berg
	2684	Paluzzo, Dorf
	1086	Pamilla
la (Canar. Ins.)	1027	Pamplona (America)
	1055	Pandi oder Mereadillo,
	2731	Dorf
	9944	Pangi, Dorf
	197	Panir
Ussone	970	Pansache
Osterberg (bei Tübingen)	1365	Pansitara, Dorf
Osterode	627	Paraguay Monte de
Osterwiek	404	Paramo, Berg
Ostraer Berg	709	Paramo de Chulucanas
Ostrich t.	2134	— de Guamani
Otaheiti-Berg	10230	Paramo de Guanacas, Paſs
Otschalaroo Pic	13420	Paramo del Poliche
Ottenstein	2618	Paramo de Yamoca
Otter Pic	3752	Parapara, Dorf
Ottewalder Grund	599	Parapluie, Berg
Ottilien-Berg	2466	Pardieiros
Ottmachau	628	Paredones los, Ruine
Ottoschwanden	1385	Paris
Ottweiler	810	Paris Observ.
Otzberg	1150	Paris, Plateform
Our, Quelle	2710	Parmesa Banca
Ovaro	1627	Parchwitz

	286	Penipe, Dorf	7812
	3678	Penmaen Maur t.	1445
	8384	Pennigant Hill t.	2130
	789	Peñol El-	5798
	2256	Penzen-Graben-Spitz n.	6624
ulla	3070	Peregrino Alto de	1074
	3701	Perles, Dorf	1850
	8052	Permont	1848
	1481	Perote, Stadt	7248
	6950	Perron des Encombres	8685
t.	6343	Perpignan	222
	638	Pertuis	3166
	6906	Pessede, Dorf	3673
	3702	Pessy Le, Dorf	3023
	1397	Pesth	216
	6780	Petapa Pueblo	702
	2154	Petellerie	3698
	7048	Peterhill	2532
orf (Süd-		Petersalpe (Steierm.)	5430
	3504	Petersberg (Böhmen)	1086
	8940	Petersberg (Coblenz)	290
	250	Petersberg (bei Odernheim)	879
	8562	Petersberg (am Rhein)	1045
	3145	Petersberg (Rhön)	1320
ue)	4416	Petersburg	106
	3192	Peterskopf (bei Dürkheim)	1423
	7902	Peter St. (Schwarzwald)	2224
	1270	Petersthal	1218
	1486	Peterswald, Posthaus	1687
Mület t.	9342	Petscha-Hamar [1])	19716
	12612	Peyredeyre (Loiresp.)	1589
	965	Peyrolle	690
	2268	Pey-Veuy	3588
	7716	Pezzen	6435
	7392	Pfaffenhoven	498
ancas.) t.	1692	Pfaffenwald	2519
onets.). t.	1417	Pfalzburg	1087
s.) t.	2106	Pfandstock	7960

rot in Tableau compar. u. s. w.

Pfeffelsbad	2110	Pichincha Huahua	1
Pfeffingen, Schloſs	1516	— Rucu	1
Pfender-Berg t.	3264	Pic long	1
Pfingskopf	821	Pico de Itabira	
Pfinz, Quelle	1145	Pico de la Crux	
Pflasterkaute	880	Pico del Cedro	
Pflim-Spitz t.	9558	Pico de los Muchacos	
Pforzheim	800	Pico del Pozzo (Gran Canaria)	
Pfullingen	1313		
Piacenza	246	Pico de la Virgara	
Pian, Wirthsh.	4894	Pico de Orizaba od. Citlalteptl t.	
Piave, Quelle	3978		
Piazette, Dorf	3844	Pico de Vandama	
Picade	7458	Pico de Teneriffa	1
Picago de la Veletta	6924	Pico di Teyda	1
Pic Cambielli	9960	Pico Ruivo[1]. (Madeira)	
Pic (auf Cuptana)	9000	Piedra del Lagarto	
Pic (auf St. Carlos de Chiloe	11700	Piesberg	
		Pilatusberg	
Pic d. Azoren	7554	Pillar t.	
Pic de Bergons	6504	Pilnitz	
Pic de la Cascade	10086	Pilon du Roi t.	
Pic de la Pez	10151	Pilon St. t.	
Pic de Lauzon	6772	Piming, Paſs	1
Pic de neige vielle	9696	Pinède	
Pic de Salfares	4062	Pinheiro	
Pic de Servières	9026	Pino del Dornajito	
Pic de Mulera	1014	Pino Monte di	
Pic du Chevalier	8163	Pinzgauer Höhe	
Pic Duida	7800	Piota, Dorf	
Pic du Midi	8958	Pipi, Dorf	
Pic Manend	7319	Pirkendorf	
Pic Moira	21386	Pirmasens	
Pic St. Andreas	20430	Pisa	
Pic St. David	20060	Pissa la	
Pic St. George	20866	Pitatumba Alto de	
Pic St. Patric	21004	Piter-Boot (Isle de France)	

1 Nach Sabine beträgt seine Höhe nur 5103 F. S. Jou[rn.] the Roy. Inst. 1823 Apr.

ı	4259	Poeylouvic	6552
	4230	Pomallacta	8994
	8427	Pombal	308
	8660	Pontains les	3377
	10220	Pontarlier	2548
	8595	Ponte grande	1670
	12600	Pontjak-karang	2636
	9565	Ponto	4176
	7746	Pontop Pike (Durham) t.	955
	8970	Ponzione de Mezzegra	5224
	8174	Pooerie, Dorf	5788
	6972	Popayan	5466
	7191	Popocatepetl	17884
Monte	3011	Porce, Quelle des	8658
	10248	Porrentruy	1188
ablanc	3867	Porselberg	1155
ıt	1530	Porsil	2630
	1116	Port de Pineta	7746
ıt	4665	Port de Siguer, Pic de	9024
	9748	Portia, Alpe de la	6162
	1412	Portillo de San Miguel	908
	4244	Porto Chuelo	5736
sbaden)	1500	Portsdown Hill	419
	3100	Posada ob Zornosa	207
	1048	— de Durango	393
kuppe	594	Poschau	1638
	1618	Poseto	10560
l. Else	590	Posetz Pic	10584
	2357	Potsdamm, Havel	98
	1296	Pottiga	1558
	7680	Potzberg	1684
	8748	Pouillat	2190
digans.) t.	2311	Poupet, Berg	2616
	6008	Pouzene	7827
haus	7266	Pozuellos, Berg	1380
.t	949	Pradelles	3496
	2852	Pradt, Chateau de	2115
rf	372	Präg	2033
	630	Prästekonen	1998
	3151	Prag	592

Pragel-Paſs	5159	Puy de Brousson	
Preber (im Lungau)	8610	Puy de Charmont	
Precellx Top t.	1646	Puy de Chatrat	
Predazzo	3198	Puy de Chomont	
dil (Kärnth.)	3591	Puy de Come	
nbühel	3734	Puy d'Enfer	
Prendil, Paſs	3592	Puy de Dome t.	
Prenioux Le, Dorf	3094	— petit	
Prepihel, Paſs	2623	Puy de la Grange	
Pres-Haut	2852	Puy de l'Aiguillier	
Presitie-Berg t.	2284	Puy de Fraisse	
solana	7698	Puy de la Langle	
Presburg	312	Puy de la Nugère	
ald	1704	Puy de la Tache	
ous, Neiſsespiegel	357	Puy de Manson	
d	6565	Puy de Mary	
io Monte St.	5250	Puy de Montchalme	
ino	727	Puy de Montchar	
Probencio	2124	Puy de Monteynard	
Proble Alto del	5802	Puy de Montgy	
Pucaguaica	13920	Puy d'Olloix	
Pucara Alto de	9756	Puy de la Vache	
Puderberg	1756	Puy de Pariou	
Puebla La de los Angelos	6756	Puy de Pasredon	
Puebla Rio	7446	Puy de Prudelle	
Puech d'Aujou	2513	Puy-Ferrand	
Puerto de Almansa	2238	Puy Mary	
Puerto del Rey	2142	Puy Prigue	
Puerta Grande	8088	Puy Rodos	
Puerta Manzanal	3402	Puy Violan	
Pulla, Berg	9390		
Pullingi	932	Q.	
Purace, Vulcan	13650	Quaderberg (Böhmen)	
Puracé, Dorf	8136	Quairat	
Puripi	4028	Quanaxato	
Purkgul	21101	Quebrada de Boquia	
Puy de Lassola	3708	Quebrada de Tochacito	
Puy de Salomon	3597	Quedlinburg	
Puy Le	1925	Quegrières, Schloſs	
Puy de Barme	3366	Quereilh, Dorf	

	5970	Rauris	2811
	2848	Rauschenberg (Hessen)	907
f	3390	— Schlofs	1076
de	6030	Ravensberg (bei Potsdamm)	293
	10794	Ravil	7532
	732	Rayas (America)	6699
	2868	Razbor-berg t.	3962
)rden	2106	Real del Monte, Dorf	8562
	6415	Real de Pachuka, Stadt	7638
	8943	Realp	4782
		Recület	5361
		Regeleskapf	2773
	258	Regelsburg	2304
in)	2317	Regensburg	1950
)	4432	Reichenau, Dorf	1878
opf	1625	Reichenau (in Oestreich)	1437
	6569	Reichenbach a. d. Murch,	
.	2030	Wirthshaus	1548
	5575	Reichenberg	1002
	2037	Reichenfels (Kärnth.)	1967
)	2408	Reichenstein, Schlofs	1183
rn Pafs	5083	Reiche-Spitz t.	9089
	9853	Reifträger	4280
ire	1180	Reifweg	2274
queria	10784	Reigoldswyl	1631
	3804	Reinbellen	1175
	1927	Reinerz, Bad	1678
	3188	Reinfelden	805
fs	3494	Reingrafenstein	945
colate	1096	Remi St.	4936
	2675	Remm-Spitz t.	9863
	902	Remscheid	1095
erg t.	3319	Rennberg	1495
	400	Rennweg	3314
	7758	Repi-hibbu	6025
	8126	Resegnone de Lecco	5825
	2719	Reuenthaler Höhe	1311
	1836	Reulissen	6400
:	6942	Reuthen	365
	1163	Reutlingen	1142

neaia-Sopka	3265	Ritzlihorn	
vilds-Eggen	4220	Rixheim	
na (Sibir.)	495	Riva	
ein (bei Düsseldorf)	100	Rivel Mountain t.	
ı (bei Königswinter)	170	Rivington Hill t.	
in (bei Mainz)	200	Rizougspitze	
hein (bei Basel)	755	Rocca corva	
in (bei Ragatz)	1608	Rocca di Papa	
eine, Emsspiegel	89	Roc blanc	
ıfall (Schafh.)	1013	Rocca la, Dorf	
ıfelden	823	Roc de Nievre	
grafenstein	654	Roche d'or	
w Mountain t.	950	Rochelle	
ne, Quelle	5418	Rocher de la Fleche	
ıdern	2150	Roche d'Antre	
ız, Quelle	4871	Roche-Melon bei Susa	
gel	603	Rochemolon	
i	5529	Rocher de Frene t.	
irst	5141	Rockfish Gap	
ulm	5542	Rodaz do Maraô	
tafel	4866	Rodney's Pillar t.	
Rigolet Haut-	3637	Roen-berg t.	
Rigolet, Paſs	3293	Roethifluh	
Rikenbach	2267	Rötiberg	
Rimsingen Ober-	638	Rogi, Dorf	
Rinnberg (Hessen)	1570	Rohatz	
Rinteln	202	Rohr, Dorf	
Riobamba nuevo	8898	Rohracker	
Rio Frio, Pächterei	7188	Rohrberg	
Rio Nare, Mündung	628	Rohrhardsberg	
Rio Negro	6452	Rohrkopf	
Rious Pic de	9054	Rohrer, Berg	
Rippin Tor (Devons.) t.	1453	Rolandsbreche	
Rippoldsau	1711	Rom, Capit.	
Riesenkoppe	4950	Rongella, Paſs	
— kleine Koppe	4331	Roocks-hill	
— schwarze Koppe	4302	Roonong, Paſs	
Risönd	4168	Rosa Monte[1].	

1 Diese Bestimmung von Vincent in Mem. della Reale

	14310	Rudolstadt	1015
	7952	Rückenberg	652
	342	Rueras	4311
ng t.	959	Rüttihof	2667
s	5778	Ruhberg	803
	1357	Ruhland (Sachs.)	256
nen)	1813	Ruhstein	2834
ıen)	888	Ruldung	19802
	2900	Rumbles Moor t.	1227
rmst.)	666	Rummer-Joch t.	7082
chingen)	2681	Runang, Paſs	13606
	4836	Rupberg	2567
	8735	Ruppersdorf	1687
	2960	Rupin, Paſs	14525
	2925	Ruppi-Vara	2494
	3549	Ruthingi, Paſs	13735
	1575	Ruvigado	4862
	2291	Ryſswyl	1996
	7758	**S.**	
	7700	Saarbrück, Spiegel	575
	1452	Saarburg, Fluſsspiegel	714
	1964	Saargemünd	620
	1089	Saarlouis	524
(Schwa-		Saas	3060
	1078	Saatz	727
	2039	Sabhate-math	4181
	8301	Sabhatu	3945
	9036	Sachseln	1539
	3738	Sackpfeife	2103
	8828	Saddlebock t.	2619
	5038	Säckingen	909
	5607	Sährichen, Dorf	370
	6735	Säkkok	3000
ofs	3074	Särstein	5901
	3495	Sagan (Schlesien)	509
	9359	Sagan (Bobergegend)	305
	966	Saifnitz	2412

ırino XXV. 230 macht den Monte Rosa zum höch-
pa, ist aber ohne Zweifel unrichtig.

-Berg t.	7883
Sailerberg	6813
Saint-Front	3754
Saint-Michel (in Velay)	2128
Saint-Rambert	1178
Sairsoch	3189
Salak (Java)	6674
Salamanca, Stadt (Amer.)	5412
Salamonde	1518
Salaze (Bourbon)	10200
Salbert Grand	1992
Salève kleiner Jura	2730
Saléve, Mont	4257
Salmonsweil	1474
Salmshöhe	8358
Salüces	1042
Saluzzo	763
Salvi, Mont	2338
Salzach, Quelle	4439
Salzberg (bei Hallein)	3232
Salzburg	1408
Salzuffeln	254
Samern, Dorf	122
San Antonio, Dorf (Amer.)	1296
San Carlos del Rio Negro	762
Sandhöhe, Dorf	2082
Sandoux St., Schlofs	1935
Sandthurm	1642
San Fernando de Apure	204
San Fernando de Atabapo	732
Sangay (America)	16080
San Juan, Dorf (America)	1164
San Juan del Rivo, Dorf	6090
San Martin (Amer.)	1307
Santa Crux, Dorf (in Cumana)	960
Santa Maria de Cubo	2121
Santarem	216
Santa Rosa	8034
Santa Rosalia	437

Santa, Stadt
Sant Jago de las Tunas, Dorf
Saone, Quelle
— (bei Vismenil)
— (bei Darney)
— (bei Jussy)
— (bei Gray)
Sapada, Dorf (Venet.)
Sapeau
Saraj-Gurgh
Sarcena
Sarcoui Grand
Sardaô
Sasbach
Sasso Cimone
Sasso del Ferro
Sasso Gran
Sattel
Sattelalpe
Sattelsberg t. (Tyrol)
Sau, Quelle
Saulkogel
Saulo
Saungla, Dorf
Saurot
Saurem
Sausheim t.
Sauzet le Froid
Sauveur St.
Saverne
Sbeoniza t.
Scaletta-Scheideck
Scarene
Scarpignano
Scesa plana
Schabnik t.
Schacken, Dorf
Schäfler, Alpe
Schaerhorn

vangen)	3121	Schleierberg t.	6798
.)	5351	Schlern-Berg t.	7876
hafburg t.	8233	Schlettstadt	538
inbrücke	1163	Schliengen	766
	2803	Schliereck	2121
en)	342	Schlingen	635
	350	Schloſsberg (bei Baden)	1476
oſs	1576	Schlügen, Paſs	6170
	3309	Schmalbach	1268
	828	Schmallenberg, Stadt	1215
	14595	Schmelzboden, Bergwerk	
d. Saar	1780	(Schweiz)	4206
chloſs	1854	Schmiedeberg, Stadt	1388
tadt	2056	Schnabelhorn	3413
	7625	Schnarcher, Felsklippen	2079
	5672	Schneeberg (Böhmen)	4007
	1684	Schneeberg, Dorf (Böh-	
;	6089	men)	1758
	5996	Schneeberg (Böhmen)	2150
	5462	Schneeberg (Fichtelgeb.)	3071
	978	Schneeberg (Franken)	3289
	705	Schneeberg (Oestreich)	6444
	1380	Scheeberg, groſse (Rieseng.)	4300
	2172	— kleine	3876
nzig)	1074	Schneeberg (Tyrol)	7764
	488	Schneeberg, Stadt (Sachs.)	1464
	1559	Schneegrube, (Riesengeb.)	4488
	6950	Schneekopf	3141
	2100	Schneidhöhe	1137
	1906	Schneifel (bei Schlau-	
	6736	senbach	2069
	661	— (bei Cerf)	2320
	1094	Schneit-Berg	1681
us	2401	Schnudelhöhe	2618
	7405	Schockl	4778
	14420	Schodwien	1604
	1430	Schömberg	2100
ibir.)	1548	Schönau (Schlesien)	846
	9030	Schönau (Schwarzw.)	1675
h)	1919	Schoenberg (Rhein)	912

Schönberger Höhe (Rhein)	1453
Schönecker	1039
Schöneseifel	1830
Schönemünzach	1360
Schönpriesen, Elbspiegel	359
Schoepfheim, Dorf	2270
Schöppinger Berg	490
Schopfheim	1144
Schorborn, Glashütte	779
Schorndorf	755
Schornen	2392
Schott-Wien	1788
Schramberg	1346
Schreckhorn	12558
Schreibendorf	1476
Schröf-wand t.	8881
Schroot, Quelle	485
Schünberg	2001
Schutzenstein	2245
Schuzgast	440
Schwaningen	1705
Schwäbisch-Hall	804
Schwamberg, Dorf (Steiermark)	729
Schwanden (Schweiz)	1623
Schwarze Berg (Rieseng.)	3605
Schwarze Bühl	2543
Schwarzenberg, Stadt	1335
Schwarze Spitze (Spitzbergen)	4224
Schwarzhorn t.	7562
Schwarzwald (Böhmen)	5870
Schwarzwalter Sennhütte	4480
Schwaz (Oestreich)	1630
Schwedenschanze (Schwaben)	2915
Schweidnitz	778
Schweighof	1325
Schweinfer-Joch t.	11521
Schwelm, Stadt	517

Schwenger-Berg
Schwenningen
Schweighausen
Schwesterkorn (Schweiz)
Schwyz
Scopa, Dorf
Sea Fell (Cumberl.) t.
Seben
Seeberg
Seeberg, Sternw.
Seeberg, Grofs-
Seebruck
See-Ebene
Seefelder
Seekopf
Seegruben-Spitz t.
Seelbach
Seemoos
Seesen
Seewangen
Seffern
Segnes
Segnes, Pafs
Segovia
Seifenberg
Seiffertshain
Seimberg (bei Broterode
Seine, Quelle
Seissel
Seissen
Seixos, Castell
Sektiniskaia
Seleginsk
Semlanspitz
Semmering, Berg
Semmering-Pafs
Sempacher See
Semulujeoe
Sentis-Höhe
Septlaux

'g	5160	Sierra de Picdade	5460
ı	1534	Sierra (im Puorta del Rey)	2142
	1613	Sierra Morena	2291
	6061	Sierra Nevada de Sta	
hique	3594	Marta	18024
ınto	2045	Sigismundsberg	2338
sal	1575	Sigmaringen	1795
ıtoniò	8680	Sila Monte	4634
a	821	Silberberg, Stadt (Schle-	
	1117	sien)	2295
:ia	600	Silberbrunnen, Bad	819
	9048	Silla de Caracas	8100
)	844	Sillejord	332
	9090	Similaun Spitz t.	11117
	2473	Simmern	997
	1528	Simonside Hill t.	1320
	6295	Simplon t.	10830
	204	Simplon, Höchste Strafse t.	6174
	1494	Simplon, Dorf	4552
	3342	Sinai	7200
)	9762	Sinapa Sopka	2814
	9809	Sinaja-Sopka	3631
	9943	Singalang	11260
	418	Singer	1356
'orks.) t.	2185	Sinzheim	473
	3810	Siraberg	7230
)	2775	Sirenz	789
	8675	Sirniz - Alp	7318
	3300	Sirnitz (Schwarzw.)	3313
	2802	Sissach	1201
	2023	Sissacher Fluh	2261
	827	Sitten	1246
	420	Sixmadun	9113
	2198	Skalingsfield	2040
	1762	Skiddow t.	2835
ı (Amer.)	9930	Skirri - Porri	2680
	5233	Skollen	2500
adura	5227	Skrad	1970
	3386	Slaunig-Berg t.	3152
	5957	Sleap Dorin	2954

Sligstul	1940
Sliudianaja - Gora	2724
Snea - Fell t.	1880
Sneehättan	7082
Snisnik	6300
Snöfials Yökul	4424
Snowdon t.	3355
Sobernheim	429
Soboli	936
Sochauda - Berge	11928
Söller oder Dreithor Spitze	8061
Sohlberg	2324
Soissons	486
Sokolich t.	2318
Soleil Bian	6132
Solferino, Spitze des alten Thurms daselbst t.	713
Solitüde	1530
Sollstein-Berg, Klein- t.	7802
Solothurn	1284
Solstein Grofser t.	9106
Solothurn, Aarsp.	1310
Som Grand	6463
Somma	3509
Sommerau	2727
Somosierra	4634
Sonderillo, Dorf	6030
Sonne Hohe, Forsthaus (Thüringen)	1333
Sonneberg (Elsas)	1950
Sonn-Joch t.	4549
Sonnenkoppe	2840
Sonnsteinspitz	2638
Sonntagsberg	2076
Sonntheim	2400
Soongnam, Dorf	8463
Soorahun, Stadt	7248
Soorkanda - Berg	8700
Sopak	2530
Soracte	2129

Sorau	
Sorles	
Sospello	
Souto redondo	
Spandau, Spree	
Spannort, Grofse	1
Spaskoe	
Speer ob Weser	
Speier	
Speikkogel	
Sperberheier Dammhaus	
Spian - Joch t.	
Spiegelberg (Sudeten)	
Spietz, Dorf	
Spigni-urch t.	
Spital	
Spitzberg	
Spitzberg (Böhmen)	
Spitzenberg (bei Wetzlar)	
Spitzenstein	
Spitzkopf (Hardtgeb.)	
Spitzliberg	1
Spitzmauer	
Spitzmeilenberg	
Spitzmer - Joch t.	
Spitz - Stein t.	
Splügen, Pafs	
Splügen, Dorf	
Splügen, Wirthshaus	
Spremberg, Stadt	
Sprottau	
Spydberg	
Sri - Kanta	1
Stadtoldendorf	
Stahlberg (am Rhein)	
Stahlberg (bei Moschel)	
Staika	
Stainach, Dorf (Oestr.)	
Stangalpe	
St. Anna (Steiermark)	

ipitz	5761	St. Gertraud (Kärnthen)	937
t.	8464	St. Guillaume	6169
	1338	St. Johann Höchst t.	1352,20
ppenheim)	874	St. Julien, Dorf	2983
Trarbach)	990	St. Leonhard (Kärnth.)	1611
	683	St. Georgen	2672
	2770	St.-Marie-aux-Mines	1179
	889	St. Martin, Dorf (Amer.)	7236
	1285	St. Michael (Schwarzw.)	802
uine	1080	Stoch	4878
	1227	Stockberg	3338
	722	Stockholm	300
rn)	4847	Stocksberger Jagdhaus	1657
	1531	Stoffelskuppe	1225
	450	Stollberg	897
	1036	Stollberg, Schloſs	1066
	3389	Stoppelberg	1150
	1463	Stoppelsberg (Rhön)	1688
	2297	Stopselberg	2039
Schweiz)	1443	Storvansfield	3330
en)	250	Stow Hill (Harefords.) t.	1330
arzw.)	3516	St. Polo t.	238,80
l)	7988	Strada t.	2441
	1428	Strahlenburg	580
	1045	Stranda - Fiallet	3005
	2598	Strascha t.	2320
	1568	Straſsburg	450
n)	2025	Strauchhan	1517
	7426	Strausdorf	454
	10485	Strehlen	472
	2613	Streifling	1588
	1135	Stresa	733
	2614	Strömklumpen	2689
ich)	2920	Strohhaube (Schlesien)	2275
	1545	Stromberg	658
	8610	Stromboli	2520
	7426	Stühli, Paſs	3225
	6355	Stühlingen, Wuttach-	
	5899	spiegel	1385
	3030	Sturmhaube	4540

Stuttgart	837
Suacha	8046
Sublieres	2400
Suchet Grand	3846
Suchet Petit	3738
Sudline Alp	6384
Suharunpur	1025
Sukhi	8322
Sule - Tind	5524
Sulitelma Süd Gipf.	5173
— Nord Gipf.	5796
Sulz, Neckarbr.	1343
Sulzberg t.	3110
Sulzburg	1033
Sumberg	1308
Sumdo, Dorf	11729
Summerau	2706
Sunigaicu Alto di	13578
Superga	488
Suppingen	2381
Suran, Dorf	6802
Surkunda	8699
Surul	9000
Sustenhorn	10904
Sutton	695
Svuku Fiäll	4145
Sylfis len	2787
Syllfiell	5460
Sylltoppen	6652
Szohova t.	2327
Szalatin	3947

T.

Tablahuma	14336
Tachtlacuaya, kl. Dorf	6678
Tafelberg (Cap) t.	4182
Tafelberg (v. Diemensland)	6000
Tafelfichte	3379
Tafelstein (Thüringen)	2456
Tagliaferro	9133

Tagliamento, Quelle
Taillon
Talefre
Talsarn (Cardigans.) t.
Tamaimo
Tambello El
Tambo de Burcay
Tambo de Guamote
Tamisas
Tancitaro Pico de
Tandeja Hacienda de
Tangermünde, Kirche
Tanglieg
Tannenberg, Schloſs
Tara
Taranda, Dorf
Tarascon
Tarbes
Tarnowitz
Tartas, Berg
Tarvis, Marktfl. (Kärnth.)
Tasco, Stadt
Tasdorf
Tashgeng
Taudain
Tauern
Tauern Heiligenbluter
Tauffen - Joch
Taufstein (bei Frankf.)
Taurer - Joch t.
Tegernau
Tegernsee
Teguize Villa
Tehuantepec
Tehuilotepec, Silbermine
Teiiaskaia
Telegraphenberg (bei Metz)
Telenka Draga
Temascal, Eishöhle

rf	5574	Thomasset t.	3185
	1980	Thor, Hohe	8058
	5526	Thumel-Mezereb, Li-	
	11260	banon	8946
Dorf	3114	Thun	1749
	725	Thuner-See	1780
	2172	Thurner Der	3211
öhe des		Tiegereck (Tobolsk)	4613
	7596	Tigerskoy	1291
iten	6570	Tjitarum, Quelle	4359
	9648	Tjiwedny	3352
	4453	Tiloe, nördlich	5090
	4939	— südlich	5662
	4296	Tinaxos, Ebene	8364
	6786	Tintohill	2281
	457	Tiri, Stadt	2184
	338	Titiribi	3709
	880	Tittlis	10296
ica Cap.)	3100	Tivoli	595
ıwarzw.)	1124	Tlalpujahua	7262
	8717	Toblach	3902
(Carpat.)	3696	Tobol	400
	2945	Tocupo	1932
	1878	Todtmoos	2494
	1026	Todtnau	2035
haus	2340	Tödiberg	11153
	701	Tönnigstein	292
	1357	Tönset	3100
	1043	Töplitz	700
s)	1130	Tofte	1825
utrand	4270	Toiri	5290
ene	14003	Toledo	1734
	705	Toluca	8274
	706	Toulouse	446
	1238	Tomba Monte	5590
	1680	Tombak Raeijong	5903
	1044	Tombenhorn	9795
el	484	Tomependa, Dorf	1242
	6301	Tomokeu, Paſs	12574
	1187	Tomsk	246

Tonai	10296	Tronchats	
Tordesillas	1986	Tronchy	
Toresby	2700	Trons	
Torgau	262	Troumouse	
Tormaträsk	1200	Truchtersheim	
Tornello	8244	Trunson Trans	
Torres Vedras	361	Truxillo	
Totonileo, Dorf	6762	Truxillo (Amer.)	
Toul	595	Tryberg	
Toulouse	545	Tsandra-Badani	
Tour	4472	Tsandra-Bhawani	
Tour La, Stadt	3108	Tscharer Pafs	
Tourget	2010	Tschernai Sopka	
Tourmalet, Pafs	6746	Tschernitz	
Tourne	10098	Tscheroiwand Hoch-	
Tournette	7068	Tsöpeln, Dorf	
Tournoelle, Chateau de	1881	Tuchitan	
Toximilco, Dorf	6930	Tübingen, Sternw.	
Trarbach	353	— Neckar	
Treun, Quelle	1464	Tula	
Traundorf	1477	Tuladinskoy	
Traunsee	1254	Tulan calco	
Traunstein	4050	Tulcan	
Traversello, Dorf	2732	Tulna	
Trefauer-Kaiser t.	7123	Tulpaiegna	
Tregarron Dawn t.	1639	Tumiriquiri	
Trelley Beacon t.	949	Tunel-Makseb	
Trelod	6694	Tungrang, Pafs	
Tresero-Monte t.	11136	Tungurahua	
Triebenberg	1066	Tuque de Cieyo	
Trient t.	754	Tuque del Maoupas	
Trier	485	Turbaco, Dorf	
Trier Mosel	385	Turin	
Triest t.	265	Turin, Sternw.	
Trinité, Alpdorf	5088	Tusa, Dorf	
Trins, Dorf	2641	Tusis	
Trittlingen	2124	Tuttlingen	
Troeberg	2150	Tuttlinger Höhe	
Troglou	9378	Tuzheegung	
Trompeter (bei Wiesbaden)	1560	Twengg	

	2060	Vallier Mont	8731
		Vallispiken	4100
		Vallongo	366
	7956	Vallorbe	2367
	13420	Valorbe, Dorf	2283
	366	Vals	3828
	1942	Valser, Bergpaſs	7714
	7392	Valsoragletscher	7728
	390	Vandeix, Dörfchen	3427
	1130	Vanne Mont de	2154
	523	Varallo, Stadt	1458
genfurth)	3072	Varens	7200
loſs	1867	Varese-See	800
	2018	Varrona-Monte	7848
	5180	Vastingauer-See	1700
	342	Vaucluse, Schloſs	444
	1668	Vaucluse, Berg	1916
	1167	Vaucluse, Quelle	336
	4206	Vaulion Dent de	4470
	5516	Vedretta Marmolato?	10800
	3170	Vega de S. Lorenzo, Dorf	6858
	2895	Veglia oder Stampalie	1490
	2238	Velan Mont	10391
	6846	Velez (America)	8764
	1477	Velha de Maraô	815
	1680	Velica Viscobicza	4338
	3297	Velinie Stratistie t.	2248
	692	Veliki-Stol	6878
	293	Velino	7366
		Veli-planik t.	3903
		Velo Burgo di	3978
	11260	Velvic, Stadt	1582
	1902	Venda	1710
	2064	Venda Figueira	37
)	1485	Venda nova	1690
ermine	7164	Venel	1102
	551	Venta de Almarez	2316
r.)	6006	Venta de Juanilla	3636
	2461	Venta del Pagador de Castro	2880
	1300		

Venta del Rincon	2748
Venta de Moxente	990
Venta de Pindamon	6078
Venta grande	3636
Venta la Rancheria (Amer.)	4743
Ventoux Mont	6032
Ventozelo	1850
Veran St., Dorf	6279
Verdoppia	7686
Verdun	528
Vergara	663
Vernum Spitz t.	8661
Verona t.	157
Vertatscha	6018
Vesuv t.	3695
Vetschau	201
Veyseire la, Dorf	3303
Vic	594
Vich	1392
Vico Soprano	3378
Victor St. Mont	2780
Victoria la, Stadt	1614
Vierwaldstädter See	1387
Viescherhörner	12500
Vietach	3840
Viegas Las, Dorf	7338
Vignemale	10332
Vilan (Angstenberg)	3756
Vilanders-Berg t.	7712
Vilaret	2009
Villach	1812
Villa de Cura, Stadt	1596
Villalpando	1920
Villafranca	1302
Villa verde	2131
Villeneuve sur Yonne	325
Villeta, Stadt	3342
Viller	828
Villingen, Chaussee	2398
Villingen t.	2132

Vincent St., Vulcan
Vincente San
Vinpach
Viola Monte
Viso
Vittoria
Vittoria (Canar. Ins.)
Viü
Vizille
Viznauerstock
Vodemiak, Berg
Voehrenbach
Vogelberg (Schweiz)
Vogelberg
Vogelheide (Thüringen)
Vogelsdorf
Vogtsburg
Void
Voirlich Ben
Voison
Voiron
Voisaco
Voit-Sommern
Volasell
Volcan de agua (Guatimala)
Volcano
Volzeinerberg
Vorberge
Vordernberg
Vorie-Duder
Vos

W.

Wacheberg
Wachinik Zello
Wachsenburg
Wachthübel
Wachtkuppel
Wadern
Wagenberg, Grofse (Thüringen

:	1080	Waschenegg	7902
	6028	Washington, Berg	9370
amer.)	7316	Wasserberg	7335
	10181	Wasserburg	1241
	1159	Waldkopf (bei Ettlingen)	1029
	1473	Water-Cragg (Yorks.) t.	2051
	4273	Watzmann (Tyrol)	9058
	1076	Watzmann (Baiern)	7929
	1063	Waxenstein	7109
dt (Schle-		Waxriegel	5712
	1359	Weaver Hill (Stafford) t.	1083
loſs	1562	Wechsel	5332
	1359	Weggir, Burg	1345
	2526	Wehr	1085
	1467	Weichselboden, Dorf	1950
	822	Weilerburg t.	1710
bei Tü-		Weimar	650
	1515	Weiſsegg	8155
	1929	Weisselberg	1778
	5491	Weissenberg kleine (Thü-	
	693	ringen	2282
t.	8341	— — —	2216
	1161	Weiſsenburg	564
	1036	Weiſsenstadt	1978
	954	Weiſsenstein, Wirthsh.	
e	1356	(Schweiz)	6372
	4700	Weiſse Wand (Carpaten)	3427
a	1896	Weiſsfeld	10118
	1750	Weiſskeiſsel, Dorf	417
	6487	Weiſstannenhöhe	3714
	76[illegible]6	Weitenau	1163
	2142	Weitersbach	1292
	3980	Wellendingen	2312
	1077	Wendel, Stadt	831
	983	Wengern, Alp	6345
	1110	Werang, Paſs	12198
	1601	Werffen	1532
	745	Werne, Stadt	186
	1702	Werningerode	730
	10015	Weſsingen	1640

Westex-Yökul	4424
Westhofen Ruhrbrücke	237
Wetterhorn	11454
Wetterschroffen	8814
Wetterstein	7619
Wetzlar	390
Wewis Ben	3489
Whartu (Hutloo)	10000
Whernside t.	2240
Widspitz-Ferner t.	11591
Wiebersweiler	737
Wieden	2543
Wiedersberger Horn t.	6525
Wiederstein	7786
Wiedesheim	486
Wieladinger Höhe	2217
Wien, Donau	420
Wien	451
Wiesenberg (Schweiz)	3091
Wiesbachenhorn	11000
Wildegrad-Kogl t.	9133
Wildemann	1299
Wildenburg	2099
Wildenkogel	6352
Wilder-See	2843
Wildhaus	3413
Wilferdingen	569
Willmandingen	2617
Wilmarderberg	795
Wilsberg (d. Gleichen)	3351
Wimpfen	460
Windberg (Sachsen)	1027
Windeck (bei Weinheim)	620
Windfels	6879
Windlocher Berg	1262
Wingreen	883
Winterberg (bei Schwelm)	906
Winterberg (Hessen)	1958
Winterberg, Groſser (Sachsen	1599

Winterberg, Kleiner
Winterhalde (Lothring.)
Winterlingen
Winterstaude-Berg t.
Wipperfurth Kirche
Wirijauer-See
Witgenstein, Schloſs
Wittenberg, Elbe
Wittenberg
Wittichenau
Wittle Hill (Lancast.) t.
Wittnau
Wochodna (Ungarn)
Wörgel
Wörner
Wörtschacht
Wörzelspitz t.
Wolfach
Wolfenbüttel (Okers.)
Wolfersweiler
Wolfsberg, Stadt (Kärnthen)
Wolkenstein, Schloſs
Wolkenstein, Stadt
Wollhausen
Wormser Joch t. (Alpen)
Wrekin (Shrops.) t.
Würtemberg, Schloſs
Wünschelburg, Stadt
Würzburg
Wüschelburg
Wurzbach
Wurzelberg

X.

Xalapa, Burg
Xalapa, Stadt
Xama Monte

Y.

Yamunavatari

	6939	Zinchin	15241
	2522	Zinsweiler	527
	2470	Ziolmcaure	2100
Sipon	14898	Zipaquira	8207
	6920	Zittau	664
		Zitters, Dorf	1710
	2623	Zmeinogorsk, Grube	1052
	4598	Zobtenberg	2318
	7658	Zöblitz	1871
	3233	Zollmijaur	2100
	351	Zongchen	13794
	4086	Zorge, Dorf	1050
spitze t.	11516	Zschopau	961
	1711	Zuckerhut	8796
	11516	Zürch	1251
	5646	Zürcher See	1284
n)	2844	Zuger See	1303
n)	1328	Zugspitze	9099
rsbach)	676	Zumpango, Dorf	3366
	1420	Zurder-Kopf t.	5317
	1769	Zuschendorf	862
	2504	Zwei-Simmern, Dorf	2939
	2587	Zwiselberg (Harz)	1302
	497	Zwodau	1233
	1995	Zwölferkogel	5731
	7984	Zyrainow, Bergw.	983

hen, nicht über dem Meeresspiegel, sondern
rechnet, lassen sich hier anreihen:

e	449,7	Thurm Asinelli in Bologna	330,0
en	443,5	Thurm der Invalidenkirche in Paris	323,4
sburg	437,5		
Wien	425,0	Dom in Magdeburg	313,0
andshut	422,0	Pantheon in Paris	243,3
Rom	407,0	Balustrade des Thurms Notre Dame	203,3
in Ham-			
	402,0	Colonne des Platzes Vendome	129,0
d.	367,0		
ondon	338,0	Plaforme des Observatoriums	81,0
	337,0		
	336,0		

M.

Höhenrauch. S. Nebel, trockener.

Höhle.

Grotte; *Caverna*; Caverne, grotte; *Cave, vern, hole.*

Die in das Gebiet der physischen Geographie ge Höhlen sind die zahlreichen unterirdischen Räume, welc durch ihre unglaubliche Weite, interessante Tropfstein viele und mannigfaltige Reste urweltlicher Geschöpfe unc re Merkwürdigkeiten auszeichnen. Sie lassen sich abthe natürliche und künstliche, und die ersteren sind dann Hauptsache wieder entweder vulcanische oder nicht vulc obgleich in einzelnen Fällen nicht bestimmt zu entscheid durch welche wirkende Ursachen, entweder einzelne od einte, sie entstanden seyn mögen.

Einige ältere Geologen waren nicht abgeneigt, gro terirdische Höhlen anzunehmen, welche bei der frühest staltung der Erde entstanden seyn, und zum Theil da Wasser aufgenommen haben sollten, wodurch ein urspr flüssiger Zustand der Erde bedingt wurde; allein man ist dings sehr allgemein zu der Ueberzeugung gekommen, d Hypothese eines wässerigen Flüssigkeitszustandes der Er zuviele überwiegende Gründe gegen sich habe, als daſs s recht zu erhalten wäre. Aber auch nach der Theorie de tonisten ist es mindestens wahrscheinlich, daſs durch da ben der Bergmassen bei der Urbildung der Erde eine bet che Menge sehr geräumiger unterirdischer Höhlen ent sind. In welchem Zustande sich dieselben aber gegenwä finden, darüber kann man keine andere Untersuchung an als welche sich sogleich in das Gebiet der bloſsen Hyp verliert, und daher am besten ganz unterbleibt[1]. Ungle cherer läſst sich darthun, daſs die Herde der noch jetzt t Vulçane sich in unermeſslichen Höhlen befinden oder mi selben zusammenhängen, deren innere Structur uns aber kannt ist, und ihre Untersuchung wird daher am zweck sten mit der Betrachtung der Vulcane verbunden.

---

1 Vergl. *Geologie*. Th. IV. S. 1284 u. a. a. O.

m die Mehrzahl der zugänglichen und bekannten
ch die allmälige Wirkung des Wassers auf kalk-
ıger in einiger Tiefe der Berge entstanden, und
ı man noch gegenwärtig wahrnehmen, daſs die
durch Lösung und Auswaschung weicher Kalk-
vermittelst stets flieſsenden Wassers vergröſsert
ses ist nämlich bei allen denen der Fall, worin
größsere Bäche flieſsen oder aus ihnen hervorkom-
e Höhlen dagegen sind offenbar durch Einsenkun-
ı, deren Ursache nicht mit Gewiſsheit nachzuwei-
geringe Zahl scheint durch Ueberstürzung groſser
er einander mit Zurücklassung hohler Räume ge-
uf ähnliche Weise haben auch die vulcanischen
ausgedehnten Decken von Lava ihren Ursprung
dlich sind ohne Zweifel viele Höhlen nach von
Breislak[3] und andere durch Hebungen entstan-
die zu verschiedenen Zeiten entwickelten elasti-
keiten verursachten. Die meisten derselben sind
egen ihrer unglaublich groſsen Räume, der schö-
gen und mitunter äuſserst zarten Tropfsteingebilde,
selten die verschiedenartigsten Gegenstände dar-
aber hauptsächlich wegen der unglaublichen Menge
enthaltenen Versteinerungen; in der Regel aber
ıen derselben unangenehm und beschwerlich, weil
ıauf-, bald hinab-steigen, zuweilen durch enge
en, durch Wasser waten oder schauerliche Felsen-
hmalen natürlichen oder künstlichen Brücken über-
ſs, und auſserdem in der feuchten und kalten Um-
Schmutze und dem herabträufelnden Wasser aus-
Dessen ungeachtet reizt aber die Neugierde zum
ıchen dieser oft unermeſslich groſsen und wunder-
en Wölbungen.
enge groſser und interessanter Höhlen ist vermuth-
ır nicht bekannt, denn mehrere sind erst in neueren
lig entdeckt; eine groſse Zahl ist nicht beschrieben,

:c Briefe über die Geschichte der Erde und die Men-
112.
on histor. T. I. liv. 3.
;eol. I. 206.

weil noch keine Naturforscher sie untersucht haben. Da aber ist die Zahl der bereits genauer bekannten unglaublich und eine Aufzählung und ins Einzelne gehende Beschr aller würde theils zu viel Raum erfordern, theils bei zu Uebereinstimmung in den meisten Stücken nicht einmal gendes Interesse gewähren.

Die bekanntesten und interessantesten derselben sin gende[1]: 1. Die wegen ihrer zahlreichen darin gefundene trefacten berühmte *Baumannshöhle* am Harze, mit viele lactiten, aus 6 einzelnen Grotten bestehend, welche an 100 ter in den Berg hineingehen, und durch die wachsenden steingebilde stets mehr verengt werden[2]. 2. Die *Biels-Bielsteinshöhle*, welche erst 1788 zufällig entdeckt gleichfalls am Harze, enthält keine Petrefacten, wie die mannshöhle. 3. Die *Schwarzfelderhöhle*, gleichfalls am war in früheren Zeiten wegen ihrer zahlreichen Petrefacten bekannt[3]. 4. Die *Klutert* in der Grafschaft Mark ha Schritte vom Eingange einen Brunnen und nicht weit da wohlschmeckendes Wasser. In tiefer Ferne hört man d schen eines Wasserfalles[4]. 5. Die *Sundwig-* oder *P höhle* (von einem Besuche des Kronprinzen von Preu genannt) gleichfalls in der Mark, durch schöne Tropfstein und viele interessante Petrefacten ausgezeichnet. In man früher eine Muschel mit einem förmlichen Mundstück funden, welche geblasen einen starken Ton giebt, und nigen gleicht, deren sich die Maron-Neger als Kriegstrom bedienen. Da sie durchbohrt ist, um an einem Bande ge

---

1 Vergl. Beschreibung merkwürdiger Höhlen. Ein Beitr physikal. Geschichte der Erde. Herausgegeben von Dr. Rosen und Dr. Tilesius. Leipzig 1799. und 1805. II Vol. 8. mit 10 K. Beschreibung der gröſsten und merkwürdigsten Höhlen u. von Ritter. Hamburg 1801. Kant phys. Geogr. II. 122. Be physikal. Beschreib. der Erdkugel übers. durch Röhl. Greifsw 8. I. Cap. 7. Buckland Reliquiae diluvianae; cet. 2d ed. Lond 1 Vol. 4. ein sehr gelehrtes, mit vielen schönen und instructiv pfern geziertes Werk.

2 Buckland p. 117.

3 Ebend. p. 113. Leibnitz Protogaea ex edit. Scheidii 1749. 4. T. 1. §. 36.

4 Siehe Mannigfaltigkeiten 3. Jahrg. S. 49 bis 59.

so deutet dieses auf einen früheren Gebrauch durch 6. Eine nicht uninteressante Höhle ist bei *Glücks-*Meinungen im thüringer Walde; 7. desgleichen unweit Putzig in Preufsen, mit stark kieselhalti-ine[2]. 8. Im Baireuthischen unweit *Muggendorf* n Thale verschiedene Höhlen, welche sich durch he Menge der in ihnen vergrabenen Ueberreste ur-iere auszeichnen[3]. Die *Gailenreuther* besteht aus ıten Abtheilungen, welche meistens durch enge erbunden sind. In der vorderen Abtheilung findet von Kohlen, Trümmer von Urnen und eine grofse tens zerbrochener Thierknochen. Die Erde ist ıus verweseten thierischen Theilen entstanden, und ı Abtheilung empfindet man einen eigentlichen Mo-9. Die *Rosenmüllers - Höhle* ebendaselbst (von eiber so genannt) gehört gleichfalls von den vielen r die bedeutenderen. Sie enthält aufser interessanten ›ilden gleichfalls viele Petrefacten, namentlich Köpfe ären (*ursus spelaeus*)[5]. 10. Die *Mixtnitzer-Höhle* k enthält gleichfalls eine Menge Petrefacten[6]. *ch* in Schwaben befindet sich eine Höhle, deren inem weifsem Sande bestreuet ist. Wenn der Schnee n schmilzt, so füllt sie sich ganz mit Wasser. Man ıe halbe Meile in ihr vorgedrungen, kennt sie aber

perus Heft XXVIII. 63. Nöggerath Gebirge Rheinland I. 28. III. 15.

ıdl. d. Gesellschaft naturf. Freunde I. 184.

l. Trans. 1794. II. 402. Die Umgebungen von Muggen-ichenbuch von G. A. Goldfuss. Erlangen 1810. Köppel der Rosenmüller's und anderer Höhlen bei Muggendorf Erlangen 1795. m. K. 4. Aufser den im Text genannten och die Höhlennamen *Mockas*, *Zahnloch*, *Zewig*, *Ra-ıneiderloch*, *Kühloch*, *Forsters* - Höhle und vielleicht

ausführl. Nachricht von neuentdeckten Zoolithen u. s. w. '74. Fol. Ders. in Schriften d. Berl. Ges. Naturf. Freunde .and a. a. O. S. 133.

ımülleri Diss. de ossibus fossil. animalis cuiusdam etc. 4. Buckland S. 99.

›ri Naturwunder des Oestreich. Kaiserthums.

noch nicht ganz [1]. 12. Im Canton Bern befindet sich
nannte *Krystall-Höhle*, worin viele sehr helle Be
von grosser Reinheit und ausserordentlicher Grösse lie
nige derselben sollen 4 bis 5, ja einer sogar 8 Centn
13. Eine der grössten, vielleicht die grösste aller bekan
len ist die *Adelsberger*, 6 Meilen von Triest. Sie ni
Eingange einen kleinen Fluss, die Piuka auf, wel
Strecke in ihr fliesst, hernach versinkt, und erst bei
wieder ans Licht kommt, wo er den Laybach bildet.
dem strömt noch ein Bach in derselben, über welc
natürliche Brücken von Tropfstein gehen, beinahe e
von einander. Die eine soll an 80 bis 100 Klafter
Wasser in der Tiefe gewölbt seyn. Sie hat eine M
gänge, fürchterliche Abgründe, dunkle Risse und Grüft
verhindern, sie bis ans Ende zu untersuchen, eine w
Ausdehnung ohnehin nicht wohl mögliche Aufgabe. A
ist ein Kalksteingebirge und hat eine Menge Petrefact
dortigen Gebirge sind überhaupt voll von Höhlen, de
tere ohne Zweifel mit einander zusammenhängen, als:
Höhle bei Unz, welche den aus dem Cirknitzer See kö
Fluss Jesero aufnimmt, und viele grosse Gewölbe hat.
Kleinhäuslerhöhle, eine Meile von Adelsberg, aus we
Fluss Unz kommt, deren weite Gänge noch nicht u
sind. 16. Die *Höhle bei Lueg*, vier Meilen von A
welche aus drei Stockwerken besteht, deren unteres
Lokna aufnimmt, und stets voll Wasser ist. 17. Di
petschio-Höhle in Mittelkrain hat einen geräumigen
und ein grosses Gewölbe, aus welchem viele Gänge a
welche aber wegen der vielen und tiefen Teiche in
unzugänglich sind. 18. Unter die kleineren, aber mi
santen Tropfsteingebilden ausgekleideten Höhlen geh
die *Magdalenengrotte* oder die Höhle zu St. Maria M

---

1 Ueber diese und andere Höhlen der schwäbischen
Schübler in Kastner's Archiv. V. 1.

2 Beim Ausflusse hat die Höhle gleichfalls einen Eing
heisst dort die von Planina. S. Edinb. Journ. of Sc. XII. 22

3 S. Keyssler's Reis. Br. 78. Bertrand-Geslin in Fér
let. des Sc. nat. 1826. Mai p. 12. Brocchi in Bib. Ital. 18
p. 275.

unde von der Adelsberger entfernt, u. m. a.[1]. evennen, drei Lieues von Ganges, ist eine durch nerkwürdige Höhle, *grotte des demoiselles* oder *te*, auch *Hexenhöhle*, genannt. Man muſs 1000 igen, um in dieselbe zu kommen, schätzt ihre Weite s als die Stadt Ganges, und die Höhe ihrer Wöl- beträchtlich, daſs das hellbrennendste Fackellicht, ich auf die höchste Stelle begiebt, die Decke nicht ht. Man findet darin Pyramiden von Tropfstein, rmen gleichen, und Säulen, welche vier Mann spannen vermögen. Andere Tropfsteingebilde sind die feinste Bildhauer-Arbeit, z. B. der Altar, eine ovale Steinmasse auf regulären Stufen ruhend und afel bedeckt, welche mit Artischockenartigen Blät- ist. Manche dieser Gebilde glänzen so, daſs sie schein Wasserfällen gleichen. Am auffallendsten ır natürlich gebildete Mutter mit zwei Kindern[2]. groſs, aber wegen ihrer schweren Zugänglichkeit untersucht ist die *grotte de notre Dame de Balme*, on Lyon. Sie hat einen gewölbten Eingang, 60 F. 4 F. weit, und theilt sich in zwei Galerien, deren Eiszapfen hat, die linke dagegen schöne und viele ebilde[3]. 21. Die *grotte de la Berquilla* bei Cara- rcia ist von Don Juan Sanchez Cisneros im Jahre beschrieben und mit der Jungferngrotte verglichen[4]. g ist 12 Fuſs breit und 5 Fuſs hoch. Man kommt in groſses Zimmer mit einer hohen Säule, dann stets ıdere Zimmer, deren tiefste 350 bis 400 Tois. tief sollen, und ist in ihr erst bis 2000 Veras vorgedrun- r den wunderbaren Stalaktiten sind einige gigantisch wahrhaft grotesk, andere sehr zierlich, zum Theil ınd wunderbar gestaltet. 22. Eine *Höhle im Berge* Estremadura, welche sich auf dem Capo de Roca im n Korkkloster endigt, gehört unter die ausgedehnte-

—

artori Naturwunder d. österr. Kaiserth. I. 229.
sprit des Journaux 1787. Dec. Lichtenb. Mag. V. 1. ff.
n. of Science VIII. 216.
n. de Phys. LXXVI. 469.
les de ciencias naturales. Madrid 1803. VI. 177.

sten und merkwürdigsten. 23. Blos durch ihre Tropfst
bilde ausgezeichnet ist die Höhle bei *Pedrazza de la*
in Altcastilien. 24. Von ungewöhnlicher Gröfse dageg
die Michaelishöhle im Felsen von Gibraltar seyn. 2
Höhle bei Cartama unweit Malaga wurde 1750 zufällig
Ausgraben eines Kellers entdeckt. Man fand darin höchs
essante Ueberbleibsel einer altrömischen Stadt, namentli
nen Tempel mit vielen Ueberresten der Bildhauerkunst, B
u. s. w. Im Jahre 1756 wurden indefs die weiteren Ausg
gen auf Königl. Befehl eingestellt, und das Ganze mufste
zugeschüttet werden[1]. 26. Durch ihre ungewöhnliche
ausgezeichnet, aber wenig Tropfstein enthaltend ist di
nicht bis in ihre äufsersten Wölbungen untersuchte *grofse*
im Thale von Alcantara unweit Lissabon. Sie ist in
Kalksteingebirge mit vielem Kalkspat, auch werden die
aus derselben zum Bauen und Kalkbrennen benutzt. 2
kleine oder *gelbe Höhle* in demselben Thale geht bis zu
furchtbaren Tiefe hinab, und zeichnet sich durch eine
gigantischer Tropfsteinpfeiler aus. Eine derselben reicht
Boden bis an die Decke und ist, wie einige andere, von
Farbe, wovon die Höhle den Namen erhalten hat. In ihr
man viele versteinerte Seethiere[2].

Grofsbritannien hat eine Menge merkwürdiger Höhlen,
denen 28. die *Castleton's-Höhle* (vom gemeinen Volke
Devils-arse genannt) in Derbyshire unter die sieben
merkwürdigkeiten dieser Provinz gezählt wird. Den Ei
zu derselben bildet ein enges, blofs nach Westen geö
Thal, worin ein kleines Dorf mit ärmlichen Bewohnern e
ist, die zugleich als Führer in die Höhle dienen. Das
chen derselben bietet des wahrhaft Romantischen eine
dar. Nach dem Eingange kommt man zuerst durch ein se
räumiges Gewölbe, dann über einen beträchtlichen Flufs,
nächst durch mehrere Gewölbe abermals an einen Flufs.
diesen wird der Reisende in einem Nachen gefahren, in
chem er aber liegen mufs, während der Führer den Kahn
der tief herabhängenden Decke wegzieht, indem er selbst
das Wasser watet. Nachdem man hierauf eine bede

1 S. Rosenmüller's und Tilesius Beschreib. u. s. w. II. 11
2 a. a. O. I. 140.

ı grofsartige Gewölbe zurückgelegt hat, hört man are Musik in der Entfernung tönen, welche durch ı der Decke in einen Bach herabfallende Wasser-gt wird, in denen ein dagegen gehaltenes Licht Regenbogenfarben hervorbringt. Indem man in e das furchtbare Rauschen eines Wasserfalles hört, g am Ufer eines über Kiessand hinfliefsenden kla-ıin, welcher jedoch zuletzt zu Klippen und Ab-:, und daher nicht weiter verfolgt werden kann. Gang führt zurück, welcher sich so verengt, dafs h kriechen mufs, bis man in einem ungeheuren ngt, in dessen Mitte sich ein Hügel befindet. Auf sselben pflegt dann der Führer mit seiner Fackel velche in der Höhe gesehen einem Sterne gleicht. ebt es in diesem weiten Raume wundersame Echo's. in einem geeigneten Zeitpuncte die Ausgangsthüre gewährt der Glanz der in Westen untergehenden anger Dunkelheit einen höchst imposanten Anblick[1]. *lshöhle*, ebendaselbst, wird ihrer schönen Tropf-wegen gleichfalls zu den sieben Naturwundern der zählt. Man ist etwa 2000 F. weit in ihr gekom-tark rauschender Bach fliefst mitten hindurch, und eben einem grofsen, wie Alabaster klaren, mit vie-ngen umgebenen Pfeiler in den Abgrund. Man hat ımen Königin Maria gegeben. 30. Die *Eldonhöhle*) gleichfalls in Derbyshire galt früher für einen un-n Schlund, wozu ein etwa 60 F. langer und 20 F. g führt. Cotton liefs von dort aus ein Senkblei glaubte auf 1600 F. Tiefe noch keinen Grund zu yd dagegen will sie befahren, und nur etwa 200 F. n haben, wo sich dann die Räume, wie gewöhn-Höhlen, bedeutend erweitern[2]. Man glaubt, dafs vorigen zusammenhänge. 31. Die *Ochi - Höhle* et ist durch ihre Tropfsteingebilde sehr ausgezeich-

---

z Reise eines Deutschen in England. Berlin 1794. 8. . Ford Reise durch England, Schottland und die He-Fr. von Wiedemann 1799.

in Act. Erud. Lips. 1701. Nov. p. 517. Phil. Trans. CXI. N. 31.

net[2], 32. die *Wokey-Höhle* ebendaselbst aber besteht a
ner Menge an Höhe und Breite sehr verschiedenen Gängen
ihrem innersten Busen fliefst ein Bach, welcher sich dur
Menge der darin lebenden Aale ausgezeichnet.

Verschiedene Höhlen sind neuerdings durch Buck
wegen ihres reichen Inhalts an Ueberresten einer früheren
welt genau beschrieben, als 33. die *Höhle von Ki*
ohngefähr 25 engl. Meilen von York, in einem aus Ooli
stehenden Gebirge, deren höchste Wölbung etwa 80 F. b
Sie wurde 1821 zufällig entdeckt, und hat eine sehr
Ausbeute an Petrefacten gegeben. 34. Die Höhlen bei *I*
Moorside erhalten aus dem nämlichen Grunde ein Interess
sind überhaupt der bei Kirkdale sehr ähnlich, meistens ab
klein, z. B. die *Huttonhöhle* in den Mendip-Hügeln, d
Derdham Down bei Clifton, die *Dream-Cave* bei V
worth, die *Höhle der Crawley-Rocks* bei Swansea, di
Paviland u. a. 35. Die *Kilkorny-Höhle* in Irland ist im
ter stets trocken, im Sommer aber fliefst aus ihr drei bis v
eine solche Menge Wasser, dafs binnen 24 Stunden die ga
zenden Feldes auf 20 Fufs hoch unter Wasser zu stehen
men. Letzteres soll fruchtbaren Schlamm mit sich führen
sich wieder in die Höhle zurückziehen.

In Herroe auf dem Sundmeere in Norwegen liegt 3
Höhle Dolsteen, von einem mäfsig grofsen Eingange, de
dann aber in gröfsere Hallen erweitert, welche der Sage
unter dem Meere hin bis Schottland gehen sollen. I
Geistliche, welche 1750 weit darin fortgingen, wollen da
ben des Meeres über sich gehört haben, kamen aber nic
ans Ende. An einem Abgrunde wollen sie einen Stein h
gerollt haben, und den Schall eine ganze Minute lang g
haben, was offenbar übertrieben ist. 37. Im Berge Lim
findet sich gleichfalls eine Höhle, welche eigentlich
Gange über einem Boden von Kalkstein gleicht. Unte

---

2 J. Brome Travels over England, Scotland and Wales. 1707. 8.

2 Reliquiae diluvianae. Aufserdem findet man Beschrei der Höhlen Englands in Conybeare and Phillips Geology of E and Wales. pag. 353. desgleichen in Farey's Survey of Der pag. 64, und 292.

ein Flufs, welchen man an einigen Stellen sieht, schen hört. Würde dieser sich einen neuen Weg äbe das jetzige Bette wieder einen solchen höhlen-

38. Die *Höhle bei Friedrichshall* (gleichfalls in aabe ich in den neueren Reisebeschreibungen nicht nden, und die älteren erhalten Nachrichten, welche glaublich sind [1]. In einem Felsen gehen nämlich ninab, etwa 4 F. im Umkreise haltend, deren zwei d, das dritte aber soll unergründlich seyn, indem n eines hineingeworfenen Steines nach 1,5 bis 2 :h gehört wurde, welches nach den Gesetzen des ler Schallfortpflanzung (den Widerstand der Luft le Körper vernachlässigt) gegen 38 bis 58 Tausend e.

Sibirischen Gebirgen sind eine Menge Höhlen. Ein beschreibt PALLAS [2], als 39. Die *Petrowerhöhle*, om Bache Kutra allmälig ausgehöhlten Gypsfelsen, die Höhlen 40. von *Samara*, 41. von *Kostytschi* n *Pustilnoi-Buierak* an der Wolga, welche gleichas Wasser ausgewaschene Räume zu seyn scheinen. Höhlen 43. von *Owsianka* und 44. von *Birjusi*-isei beschreibt GMELIN [3]; und aufserdem läfst sich Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs jene nordasiarge noch eine grofse Menge interessanter Höhlen relche grofsentheils noch gar nicht beschrieben sind. den schon erwähnten Höhlen in Krain finden sich edene interessante in den Oestreichischen Staaten. rt hauptsächlich 45. die *Veteranische Höhle* im Bannat am linken Ufer der Donau unweit Orsowa. n Namen vom General, Grafen VETERANI, welcher Oesterreichischen Truppen besetzt hielt; vorher hiefs *a* oder *Biscabara*. Im Jahre 1788 vertheidigte sich :EIN abermals mit Oestreichischen Truppen in der-:apfer gegen die Türken, und sie ist in dieser Hinwichtig, weil sie die dort nur 140 Klafter breite rrscht, über deren Spiegel sie etwa 12 F. erhaben

PPIDAN Versuch einer natürl. Historie Norwegens. I. 101.
ı Th. I.
ı Th. IV. 873. der Göttinger Sammlung neuer Reisen.

ist. Sie ist 16 Klafter lang, 12 breit und 10 hoch, ist r
ner Küche, Cisterne u. s. w. versehen, und kann 700
aufnehmen. Am entgegengesetzten Ufer steht eine Tai
einer römischen Inschrift, aus den Zeiten Trajan's. I
und aus sonstigen verschiedenen Alterthümern hat man ge
sen, sie sey von den Römern ausgegraben, was aber d
genschein widerlegen soll[1]. 46. Die *Höhlen bei Aggtel*
ungemein geräumig, so daſs man bereits mehr als eine
weit darin vorgedrungen ist, ohne das Ende derselben
reichen. Einen Fluſs, einen See, viele Tropfsteingebilde
Wölbungen, enge Gänge u. s. w. hat sie mit den meist
ſseren Höhlen gemein, indeſs findet man auch Menschen
darin, und hat die Sage, diese rührten von einem Tr
Corps her, welches sich hineingerettet habe, durch den
des von den Feinden in den Oeffnungen angezündeten
aber erstickt sey. 47. Drei Meilen von Brünn bei Kirit
die *Wepustek*, eine Höhle mit vielen geräumigen Wölb
zu denen man aber nur durch einen sehr engen Gang g
Aus diesem Grunde ist das Besuchen derselben mühs
auſserdem gefährlich, weil viele Abgründe in ihr bloſs m
dünnen Decke Tropfstein bedeckt sind. 48. Früher v
Zugang zu der *Beziskala* in der Nähe von Josephsthal gle
sehr enge, viele herabhängende, den Einsturz drohend
stücke machten das Besuchen gefährlich und über einer
befindlichen Teich konnte man nur gebückt in einem
sitzend hinwegkommen. Im Jahre 1804 besuchte die K
sie in Begleitung des Fürsten von Liechtenstein, bei v
Gelegenheit sie mit mehr als 1000 Lampen erleuchtet,
aber geebnet, mit Stufen versehen und für den Besuchen
quem gemacht wurde. 49. Die *Höhle bei Sloop*, zur
schaft Raiz gehörig, ist die gröſste unter den Mährische
hat eine geräumige und bequeme Vorhalle, weiterhin a
den meisten Höhlen gemeinen Abwechselungen groſser G
mit engen Gängen, Erhöhungen, Vertiefungen u. s. w
schmutzige und unförmlich gestaltete Tropfsteingebilde[2].

---

1 S. Zeitschrift für Oest. V. 97. Vergl. J. G. Sommer der physischen Welt. Prag 1820 ff. VI Vol. 8. II. 234.

2 Chr. K. André Uebersicht der Gebirgsformationen in Brünn 1804. 4.

Höhle auf Antiparos zeichnet sich nicht sowohl
·öſse als vielmehr durch die Schönheit ihrer Tropf-
ıus. Sie wird von den alten Schriftstellern nicht
. 1663 besuchte sie aber der Marquis von Nointel,
Gesandter bei der Pforte[1], genau beschrieben und
n prachtvoll geschildert wurde sie aber von Tourn-
lcher sie i. J. 1670 besuchte[2]. Er wurde zwar
L-Gouffier, welcher sie ein Jahrhundert später
ein nahm, der Uebertreibungen beschuldigt, aber
's sie im Innern höchst interessant wegen ihrer
fsteinfiguren seyn[3]. Sie ist etwa 250 F. tief, vom
gerechnet, 300 F. lang, eben so breit und 80 F.
Tropfsteingebilde stellen Früchte, Blätter, Festons
zur täuschendsten Aehnlichkeit vor, und sind von
nd weiſsen Farbe. Insbesondere zeichnet sich ein
derselben stehender, schön verzierter Altar aus, bei
Marquis von Nointel, welcher 1663 mit einer
von fast 500 Personen 3 Tage darin verweilte, Messe
Eine Säule von 7 F. Höhe und 1 Fuſs Dicke soll
seyn. Der stark durchscheinenden Tafeln giebt es
r viele, und Traperien, welche den künstlichen
gleichen. Es scheint hiernach, daſs der Tropfstein
lichem Kalkspathe bildet.

ı hat der Höhlen eine groſse Menge und viele von
her Ausdehnung. Die vorzüglichsten und bekann-
lben sind 51. *Wäkon - Tibe* oder Wohnung des
tes am Mississippi, mit einem niedrigen und nicht
ange, und einem See, dessen Ende noch nicht er-
52. Die durch Jefferson beschriebene *Maddison's*
·ginien ist nur eine von den vielen in jenem Land-
ıine der gröſsten bekannten Höhlen aber ist 53. die
ıle, bei Livington in Nordamerica, von ihrem Ent-
nnt, welcher fast mit seiner Familie darin umgekom-
als ihm das Licht verlöschte, und er bis zum zwei-

—

(Müller a. a. O. II. 80.
: nach der Levante d. Ueb. I. 290.
: durch Griechenland. Aus den Fr. Gotha 1780. Vergl.
O. II. 65.
ngel's Beiträge zur Länder- und Völkerkunde. VIII. u. IX.

ten Tage darin herumirrte, bis er endlich nur durch ei
fall den Ausgang wiederfand. Sie hat zwei Eingänge,
646 Yards von einander liegen und für Pferde und Wa
gänglich sind. Ihr Gewölbe ist fast flach, auch ist s
Stalaktiten und nur durch die Weite der Räume und d
einander gelagerten Felsenstücke interessant. In der S
Winters hört man vernehmlich das Rauschen eines in
fernung befindlichen Wasserfalles. Die Temperatur in
ben ist unverändert 9 bis 10° R., aber an einem etwa 60
Eingange befindlichen Platze herrscht stets eine unan
Wärme[1]. 54. Eben so grofs, wo nicht die gröfste un
bekannten ist die Höhle im Gebiete Warren County der
Kentucky, welche durch WARD besucht und genau b
ben ist[2]. Sie besteht aus mehreren Abtheilungen, wel
gen ihrer Gröfse *city's* (Städte) genannt werden. M
zuerst 6 engl. Meilen vom Eingange aus durch einen Fel
und kommt dann an die Hauptstadt (*chief city*), eine
heueren Raum, dessen Gewölbe durch keinen Pfeile
stützt ist. Von hieraus laufen 5 Gänge in die kleineren
lungen, welche insgesammt durch verschiedene ander
mit einander verbunden sind, so dafs man aus den 5 u
reren kleineren Abtheilungen auf verschiedenen Wegen
in den Hauptraum gelangt. WARD bedurfte 19 Stu
seiner unausgesetzten Wanderung, ohne dafs er denn
Abtheilungen untersuchen konnte. Es wird in derselb
ler Salpeter gewonnen. Rücksichtlich der in ihr e
nen Salze ist schwerlich irgend eine Höhle merkwürdi
die. 55. dem BENJAMIN ADAMS zugehörige in India
besteht aus mehreren durch enge Gänge verbundenen Ge
in deren einem unter andern eine colossale Säule vo
Durchmesser und 20 bis 30 F. Höhe die Aufmerksam
höchsten Grade in Anspruch nimmt. Merkwürdiger
dafs dieselbe, in einem Kalkberge befindlich, eine une
liche Menge von Salzen darbietet, womit Boden und
geschwängert sind, und die deswegen bis zu sehr dicke
effloresciren. Sie bestehen hauptsächlich aus sehr reinem
salz, aus salpetersaurem Kalke und salpetersaurem Thone

1 Mon. Cor. 1812. Sept. 238.

2 Neue allgem. geogr. Ephemeriden I. 4. S. 504.

Oberfläche befindlichen Lager weggenommen,
ich in wenigen Wochen wieder[1]. Von aufser-
fse und bei weitem noch nicht ganz untersucht
lie *Watertown - Höhle.* Sie enthält eine un-
ge Wölbungen, welche fast überall mit den
end weifsen Tropfsteingebilden geziert sind[2].
ei Quertlavaca in Neuspanien konnte noch nicht
itersucht werden. Einzelne Abtheilungen dersel-
ressante Tropfsteingebilde. In vieler Hinsicht
vürdig ist 58. die durch v. HUMBOLDT[3] beschrie-
iacharo oder *Caripe* unweit Macarapana. Der Ein-
t durch die üppigste Vegetation geziert, und da sie
aus einem weiten, wenig gekrümmten Gange be-
bis auf 430 F. weit vom Tageslichte erhellt, und
streckt sich bis 40 F. weit in dieselbe. Ausgezeich-
h den Umstand, dafs Tausende von Nachtvö-
genannt, den gemeinen Hühnern an Gröfse glei-
ihrem Aufenthalte gewählt haben, und deren
Geschrei einen ungeheuern Lärm verursacht,
den Schein der Fackeln beunruhigt werden.
s pflegen die Bewohner jener Gegend die Ne-
Stangen zu zerstören und Tausende der Vögel
, um das Fett derselben zu erhalten, welches
den jungen in grofser Menge unter dem Bauch-
t, sogleich ausgesotten und in gläsernen Fla-
iten der Speisen aufbewahrt wird. Das Ge-
ögel würde längst ausgerottet seyn, wenn nicht
in die entfernteren Räume der Höhle baueten,
kommen kann, und wohin zu dringen die In-
erglauben abgehalten werden, weil sie diesel-
enthaltsort böser Geister halten. In der Höhle
30 F. breiter Flufs, an dessen Ufern man hin-
her etwa 2 F. tief in der Richtung der Höhle
tere bleibt bis auf 1450 F. bei gleichbleibender
e derselben von unveränderter Richtung. In
g aber steigt man etwas in die Höhe, der Flufs
Wasserfall, die Höhle wird enger, nnd es ist

1. Journ. Nr. XI. pag. 29.
LX. 71.
Ueb. II. 105.

merkwürdig, dafs dort die herabgefallenen Früchte, welch Guacharos hineingetragen haben, in der fruchtbaren Erd zwei Fuſs hohe Keime treiben. Die Engigkeit der Höhl derte v. Humboldt und Bonpland weiter vorzudringen, besondere aber liefsen sich die Indianer nicht zum wei Verfolgen des Ganges bewegen; ein Geistlicher soll je schon bis 2500 F. gekommen seyn, ohne das Ende zu erreic

Verschiedene minder bekannte und noch nicht hinläng genau beschriebene Höhlen glaube ich hier übergehen zu nen, als die auf den Inseln Elephanta und Salsette in Ostin letztere die *Höhle von Ambola* genannt, die bei Kiang, mehreren des Berges Tientcho bei der Stadt Hang-Tcheu, Phoanga-Höhlen in Junk-Ceylon, die im Sagat-Felsen [1], *Höhle van Booban* bei Punduah in den Cossyah-Bergen [2] u.

Die meisten der genannten Höhlen zeichnen sich d die *Tropfsteingebilde* aus, über deren Entstehung Par die deutlichste Auskunft giebt. Das Wasser, welches Tropfstein bildet, ist vollkommen hell, farblos und w schmeckend, und zeigt sich in gröfserer Menge nach nass nach trocknen Jahren. Aus demselben fällt nur eine seh ringe Menge Kalkstein nieder, welche indefs hinreicht, in hunderten bedeutend grofse, mitunter wahrhaft colossale, sen zu bilden. In denjenigen Höhlen, über denen keine Ve tation stattfindet, trifft man gar keinen oder nur unbedeut wenigen Tropfstein, theils weil die Vegetabilien eine grö Menge Wasser aus der Atmosphäre anziehen, theils und hau sächlich weil die aus den modernden organischen Resten ge dete Kohlensäure zur Auflösung der Kalkerde beiträgt. V dunstet das hiermit gesättigte, unausgesetzt herabtröpfeln Wasser allmälig, so fällt die Kalkerde nieder, und bildet Tropfstein. Ist die obere Decke der Höhlen locker, so v etwas Farbestoff mit filtrirt, welcher meistens aus etwas Ei oxydhydrat oder aus Kohlenstoff besteht, und eine röthli gelbe oder schwärzliche Farbe giebt. Weil aber das Wa zu verschiedenen Zeiten gar keine oder ungleiche Mengen Farbestoff enthält, so entstehen marmorartige Tropfstei

---

1 Ueber beide letztere s. Edinb. Journ. of Sc. XIII. 57.
2 Ebend. XV. 54.
3 Theoretische Physik. III. 89.

länzendsten Weiſs bis zum dunkelen Grau. Na-
dieses der Fall bei der *Bredewinder Höhle* in der
deren zahlreiche Tropfsteinpfeiler marmorartig

sofern der Basalt ein vulcanisches Product ist, kön-
aus diesem Gesteine gebildeten Höhlen unter die
gerechnet werden. Fs giebt deren eine nicht ge-
, jedoch nicht von so bedeutender Gröſse als die
riebenen, vor allen aber verdient hier nur die
Fingalshöhle auf der Hebridischen Insel Staffa ge-
erden, welche von so vielen Reisenden mit gröſs-
en und mit Bewunderung ihrer höchst romantischen
gantischen Formen betrachtet und beschrieben ist [1].
der gälischen Sprache *an-ua-vinc* (Grotte-wohl-
von dem starken Wiederhalle, welcher in ihr herrscht.
zu ihr über einen Meeresarm, welcher bei beweg-
k brandet und nicht ohne Gefahr beschifft wird.
sich an den meisten Stellen unmittelbar aus dem
lches in derselben am Eingange 18 F., am Ende
at, besteht aus lothrechten, majestätischen, sechs-
ltsäulen, und ist mit einer starken Lage Dammerde
chen eingemengten Stücken von Basaltsäulen über-
r bei ruhiger See kann man mit einem Nachen in die
nfahren, und einen auf abgebrochenen Basaltsäulen
Fuſssteig betreten. Sie ist 250 F. tief, am Eingange
nteren Ende 20 F. breit, dort beträgt die Höhe 117,
Sie wurde zuerst 1772 bekannt durch Banks [2],
suchte sie Faujas de St. Fond und gelangte bis in
Ende [3], seitdem ist sie von vielen Reisenden be-
che durch die Merkwürdigkeiten jener romantischen
ngelockt wurden, und zwar nur selten in ihren Ein-
gten, dennoch aber durch den Anblick des majestä-
äudes und das Wellenspiel des tobenden und bran-
eres bezaubert wurden.
Eine ganz eigentliche vulcanische Höhle ist die *Surt-*

1. Art. *Erde*. Th. III. S. 1096. Fig. 185.
our to Scotland and Voyage to the Hebrides. Chester
761.
r a. a. O. I. 105.

merkwürdig, dafs dort die herabgefallenen Früchte, wel
Guacharos hineingetragen haben, in der fruchtbaren E
zwei Fufs hohe Keime treiben. Die Engigkeit der Höh
derte v. Humboldt und Bonpland weiter vorzudringe
besondere aber liefsen sich die Indianer nicht zum w
Verfolgen des Ganges bewegen; ein Geistlicher soll
schon bis 2500 F. gekommen seyn, ohne das Ende zu err

Verschiedene minder bekannte und noch nicht hinl
genau beschriebene Höhlen glaube ich hier übergehen z
nen, als die auf den Inseln Elephanta und Salsette in Os
letztere die *Höhle von Ambola* genannt, die bei Kia
mehreren des Berges Tientcho bei der Stadt Hang-Tch
Phoanga-Höhlen in Junk-Ceylon, die im Sagat-Felsen
Höhle van Booban bei Punduah in den Cossyah-Bergen[2]

Die meisten der genannten Höhlen zeichnen sich
die *Tropfsteingebilde* aus, über deren Entstehung P
die deutlichste Auskunft giebt. Das Wasser, welch
Tropfstein bildet, ist vollkommen hell, farblos und
schmeckend, und zeigt sich in gröfserer Menge nach na
nach trocknen Jahren. Aus demselben fällt nur eine s
ringe Menge Kalkstein nieder, welche indefs hinreicht, i
hunderten bedeutend grofse, mitunter wahrhaft colossale
sen zu bilden. In denjenigen Höhlen, über denen keine
tation stattfindet, trifft man gar keinen oder nur unbed
wenigen Tropfstein, theils weil die Vegetabilien eine g
Menge Wasser aus der Atmosphäre anziehen, theils und
sächlich weil die aus den modernden organischen Resten
dete Kohlensäure zur Auflösung der Kalkerde beiträgt.
dunstet das hiermit gesättigte, unausgesetzt herabtröp
Wasser allmälig, so fällt die Kalkerde nieder, und bil
Tropfstein. Ist die obere Decke der Höhlen locker, s
etwas Farbestoff mit filtrirt, welcher meistens aus etwas
oxydhydrat oder aus Kohlenstoff besteht, und eine rö
gelbe oder schwärzliche Farbe giebt. Weil aber das
zu verschiedenen Zeiten gar keine oder ungleiche Men
Farbestoff enthält, so entstehen marmorartige Tropf

1 Ueber beide letztere s. Edinb. Journ. of Sc. XIII. 57.
2 Ebend. XV. 54.
3 Theoretische Physik. III. 89.

;länzendsten Weifs bis zum dunkelen Grau. Na-
dieses der Fall bei der *Bredewinder Höhle* in der
deren zahlreiche Tropfsteinpfeiler marmorartig

sofern der Basalt ein vulcanisches Product ist, kön-
ɜ aus diesem Gesteine gebildeten Höhlen unter die
ı gerechnet werden. Fs giebt deren eine nicht ge-
, jedoch nicht von so bedeutender Gröfse als die
ɪriebenen, vor allen aber verdient hier nur die
Fingalshöhle auf der Hebridischen Insel Staffa ge-
erden, welche von so vielen Reisenden mit gröſs-
en und mit Bewunderung ihrer höchst romantischen
gantischen Formen betrachtet und beschrieben ist [1].
der gälischen Sprache *an-ua-vinc* (Grotte-wohl-
von dem starken Wiederhalle, welcher in ihr herrscht.
: zu ihr über einen Meeresarm, welcher bei beweg-
k brandet und nicht ohne Gefahr beschifft wird.
sich an den meisten Stellen unmittelbar aus dem
lches in derselben am Eingange 18 F., am Ende
ıat, besteht aus lothrechten, majestätischen, sechs-
altsäulen, und ist mit einer starken Lage Dammerde
chen eingemengten Stücken von Basaltsäulen über-
r bei ruhiger See kann man mit einem Nachen in die
infahren, und einen auf abgebrochenen Basaltsäulen
Fuſssteig betreten. Sie ist 250 F. tief, am Eingange
nteren Ende 20 F. breit, dort beträgt die Höhe 117,
Sie wurde zuerst 1772 bekannt durch Banks [2],
suchte sie Faujas de St. Fond und gelangte bis in
Ende [3], seitdem ist sie von vielen Reisenden be-
che durch die Merkwürdigkeiten jener romantischen
angelockt wurden, und zwar nur selten in ihren Ein-
gten, dennoch aber durch den Anblick des majestä-
bäudes und das Wellenspiel des tobenden und bran-
eres bezaubert wurden.

Eine ganz eigentliche vulcanische Höhle ist die *Surt-*

---

gl. Art. *Erde*. Th. III. S. 1096. Fig. 185.
Tour to Scotland and Voyage to the Hebrides. Chester
261.
er a. a. O. I. 105.

Höhle für einen natürlichen Eiskeller zu halten, in
die Kälte im Winter so viel Eis erzeuge, dafs die W
den Sommermonaten dasselbe wegzuschmelzen nicht
Sehr genau hat später J. A de Luc[1] nicht blofs diese H
ihrer ganzen Localität untersucht, sondern auch 65.
St. George über Rolles im Canton Vaud, desgleichen 66.
Mont Vergi in Faucigny, und jener genaue Beobac
nachgewiesen, dafs ein kalter Luftstrom die Erzeugung
ses nicht bewirken könne, weil ein solcher überall nic
vorhanden sey. Vielmehr sind diese Höhlen durch il
gegen den Einflufs der Sonnenstrahlen und der warmen
ten Luftströmungen geschützt, und aus diesem Grunde
sie natürlichen Eiskellern. Unter diese Classe gehört
durch Pictet[2] beschriebene *Eishöhle von Hergishwy*
terwalden, desgleichen 68. eine dieser ähnliche bei F
im Departement der Drôme nördlich von Dié[3]. 69. Ei
ne *Höhle bei Dola* ist wegen ihrer grofsen und wunde
stalteten Eispfeiler berühmt, allein mir ist keine so ge
schreibung bekannt, als erforderlich wäre, um die Urs
Eisbildung bestimmt anzugeben. 70. *Die Höhle am*
steine in der sogenannten Gems in Steiermark bin ich ge
Beschreibung nach gleichfalls für eine eigentliche Eish
halten[4]. Man steigt auf dem Berge in die hohen und ka
gionen, kommt dann an einen von dichtem Nadelholze l
teten Ort, wo ein Schlund zu dieser, mit einer ungla
Menge von Eis gefüllten Höhle führt. Das aus dem sch
den Eise gebildete Wasser verläuft sich in den Felsspa
Berges. Wenn die Höhe dieser Höhle nur 1800 F. i
Meeresfläche beträgt, wie Sartori angiebt, und das
selben im Sommer erzeugt wird, im Winter dagegen
schmelzt, so würde sie zu der nachfolgenden Classe z
seyn, allein ob sie bei dem beschwerlichen Zugange in
oft genug besucht ist, um hierüber urtheilen zu könne

---

1 Ann. de Chim. et de Phys. XXI. 113.

2 Bibl. univ. XXVII. 287.

3 Edinb. Phil. Journ. N. III. p. 80. Vergl. Journ. d
XXXIII. 157.

4 Neueste Reise durch Oesterreich ob und unter der
w. von Sartori. Wien. 1811. III Vol. 8. I. 186.

ntscheiden, vielmehr scheint sie mir der Beschrei-
ı eigentlicher Eiskeller zu seyn, in welchen so viel
inter zusammengewehet, und bei der wechseln-
switterung durch herabträufelndes Wasser wegen
ch fortdauernden Winterkälte in Eis verwandelt
e Sommerwärme dasselbe nicht zu schmelzen ver-
rhöhung der Temperatur in den weiten und tiefen
ı die Sommerwärme tritt aus leicht begreiflichen
im Spätherbste ein, was bei der Erklärung aller-
ichtigt werden muſs.

ch von Vesoul ist eine kleine Höhle mit einem Bache.
les letzteren und das herabträufelnde erzeugt in ei-
age so viel Eis, als in 8 warmen kaum geschmol-
d daher ist die Menge desselben in ihr unglaublich
Vinter soll der Bach von Eise frey seyn, und sie
h also Aehnlichkeit mit der berühmtesten dieser Art,
der *Höhle bei Scelicze* in Ungarn. Diese ist in
in einer unfruchtbaren Gegend gebildet, mit einer
hen und 9 Klafter breiten, nach Süden gerichteten
on der Decke derselben tropft stets Wasser herab
sich auf dem Boden zu einem kleinen, aus der
nden Bächelchen. Hierbei findet dann die Eigen-
statt, daſs dieses Wasser im Sommer zu mehr als
., in viele Zacken sich verästelnden, Eiszapfen ge-
ar auch daſs das auf den Boden tröpfelnde in Eis
vird, dessen Menge so groſs ist, daſs man sie zu
voll anschlägt. Im Winter wenn anderwärts die
zeugt, fängt das in der Höhle befindliche an aufzu-
Luft in derselben wird warm, zieht eine Menge
iegen, Fledermäuse und Nachteulen herbei, sogar
finden sich ein, welche das am Eingange neben
den Wasser wachsende Gras suchen [1]. Der vordere
nauer bekannte Theil der Höhle ist 30 Lachter tief
t, die verschiedenen Abtheilungen aber sind nicht
icher Höhe, und auſserdem steht sie mit vielen wei-
fen Schlünden in Verbindung, deren Ausdehnung
Viederhalle eines abgeschossenen Gewehrs zu urthei-
ſs seyn muſs, bis jetzt aber der groſsen, mit dem

INDISCH Geographie von Ungarn. Presburg. 1780.

Herabsteigen auf dem glatten Eise verbundenen Gefahr nicht untersucht werden konnten.

Die allerdings auffallende Eigenthümlichkeit dieser beruhet ohne Zweifel auf den nämlichen Gründen, als die Erscheinungen der *Aeolushöhlen* hervorbringen, de eine Menge, hauptsächlich in Italien, giebt, nämlich k oder gröfsere, meistens durch lockeres Gestein verschloss mit solchem angefüllte Räume, aus denen im Sommer st kalter Luftstrom dringt. Die Italiäner erbauen an solche len Grotten, in welche die kalten Luftströme fliefsen, t daher in heifsen Sommern einen angenehm kühlen Au gewähren.

73. Auf eine interessante Weise zeigt sich dieses men am *Monte Aeolo* bei Terni im Kirchenstaate. Dort det sich eine Höhle, deren Eingang ein altes Thor vers durch dessen Spalten der Wind stets mit hörbarem Ra dringt. Die Höhle erweitert sich, so wie man tiefer in dringt, und dort bemerkt man einen Eingang zu einer Höhle, aus welcher der Luftstrom kommt, welcher m Beobachtung von Mathiews so stark ist, dafs er bei g tem vorderen Thore die Fackeln ausbläst. Die entfe mit dieser Höhle in Verbindung stehenden Abgründe u senklüfte sind noch nicht untersucht[1]. Verschiedene Aeolushöhlen befinden sich 74. am Monte Testaceo Rom, welche schon Nollet [2] untersuchte, und die Te tur des Luftstromes im September 1749 = 9°,5 R. fan Saussüre [3] dagegen im Juli 1773 zwischen 5°,25 und 8°. terer hat viele andere in Italien selbst untersucht oder fremde Nachrichten kennen gelernt, als 75. die *Ventar* Ottaiano am Fufse des Vesuvs, die Ventarola della Fun Ischia, die kalten Höhlen von St. Marino, von Cesi, d tines oder kalten Höhlen von Chiavenna, von Caprino ganersee, und von Hergishwyl oder Hergisweil in Un den. Von der Art ist auch 76. die Grotte von Ro welche Chaptal [4] beschreibt, und sicher werden in den

---

1 Vergl. Volkmann's hist. krit. Nachrichten von Italien.
2 Mém. de l'Ac. 1749. p. 486.
3 Voyages. V. 342.
4 Ann. de Chim. IV. 31.

en noch viele andere genannt, deren Kunde noch allgemein verbreitet ist. Nach v. Saussüre liegt dieser im Sommer so kalten und im Winter warmungen darin, dass mit den Aeolushöhlen grosse Räume in Verbindung stehen, in denen die Luft durch den Einfluss der Wärme ausgedehnt wird, nige Grade über ihre sehr niedrige Temperatur, und vermöge der Vergrösserung ihres Volumens ausaus dann folgt, dass im Winter die Luft wieder ein-l. Die niedrige Temperatur der an sich schon kalinterzeit eingezogenen Luft geht nach seiner Ansicht h mehr herab, dass sie durch die feuchten, locker schichteten Steine der Oeffnungen geblasen wird, ge der bewirkten Verdampfung einen Theil ihrer iebt. De Saussüre gründete diese Erklärung auch s Argument, dass die Luft im Anfange des Sommers älter als später am Ende desselben gefunden wurde. [1] widerlegt diese Erklärung dadurch, dass sie auf llichen Annahme so grosser unterirdischer Räume ren Daseyn noch gar nicht erwiesen sey, und in der Tiefe durch den Einfluss der Sommerwärme nicht solche Veränderung der Temperatur bewirkt werden usserdem müssten diese Höhlen von ganz ungeheurer , wenn die geringe Vermehrung des Luftvolumens ge Grade der Temperaturerhöhung hinreichen solle, Sommer hindurch das stete Ausströmen zu unterhals Gründe sind allerdings von der Art, dass sie die sehr wankend zu machen vermögen, und wenn es en gäbe, aus denen die kalte Luft in Folge der Auser gesammten in ihr enthaltenen, Luftmasse strömte, so Erscheinungen der Eisbildung im Sommer und des s desselben im Winter, wie die Höhle bei Scelicze et, hieraus nicht erklärlich, indem die im Winter von gesogne kalte Luft vielmehr gleichfalls Eisbildung vernilste. Parrot [2] sucht die Ursache in der Verdunlem nasse Höhlen stets Wasserdampf bilden und hierr abgekühlt werden sollen, wobei dann die Vermin-

---

rn. of Nat. Phil. 1797. N. 5.

oretische Phys. III. 93. Entretiens sur la Phys. V. 364.

derung der Temperatur so viel stärker ist, je begieriger äufsere warme und trockne Luft den gebildeten Wasserdampf nimmt. Es läfst sich hiergegen aber einwenden, dafs die sten Höhlen, auf allen Fall die sämmtlichen Tropfsteinh sehr feucht und mit verschieden gestalteten Oeffnungen sind, dennoch aber haben sie die mittlere Temperatur il gend unveränderlich. Aufserdem wird die Luft in solch len stets im Maximo mit Wasserdampf gesättigt, und we me Luft in sie dringt, so wird in dieser der Dampf con anstatt dafs neuer erzeugt werden sollte, die eindringen Luft aber kann nur eine geringe Menge Wasserdampf men, und daher die Temperatur nicht bedeutend herab ein Zuströmen der Luft ist aber nothwendig erforderlich die mit Wasserdampf gesättigte Luft ausströmen und so schon mit Absorption von Wärme gebildete Dampf ent soll. Mehr möchte ich daher geneigt seyn, mit Nichols Phänomen aus einer steten Luftströmung zu erklären: man sich nämlich grofse Lufträume, in denen bei fel Einflusse einer Erwärmung durch die Sonnenstrahlen an sich schon sehr erkaltet ist, und nimmt an, dafs Oeffnungen haben, aus deren einer die Luft ausfliefst, hiernach an einer anderen Stelle ein Einströmen stattfinde so wird im Winter die kalte Luft eindringen, vermög Gewichtes niedersinken, die erwärmte dagegen ausfliefs sie mit der kalten ganz erfüllt ist. Nicholson zeigt, Quantität derselben leicht den ganzen Winter hindurch au bis die angehäufte Menge derselben im Sommer wie Ausströmen kommt, und dann die Eisbildung bewirkt.

Parrot[2] giebt eine Demonstration dieser Hypothes
Fig. 91. nämlich A und B die beiden Oeffnungen einer solchen so ist die Luftsäule A C im Sommer leichter als die du Winterschnee sehr erkaltete E G D B, letztere mufs dahe die Oeffnung A ausströmen, im Winter dagegen müs umgekehrte Strömung eintreten. Bei manchen Aeol mag allerdings ein solcher Wechsel stattfinden, allein scheinungen, welche die Höhle bei Scelicze und ähnlic bieten, sind hieraus nicht erklärlich, weil sie eine ste

1 a. a. O.

2 Theoretische Physik. III. 98.

, und zwar im Sommer eine kälte, im Winter eine
dern. Dieses wäre nur dann möglich, wenn man
rollte, die kalte Luft sey im Winter in der Rich-
. herabsinkend, die wärmere in der Höhle werde
ıd entweiche aus A um so leichter, weil die Höh-
t die Oeffnung A überbauet ist, stets wärmere Luft
änzlich widerlegen läfst sich eine solche Voraussez-
da, es auch Schornsteine giebt, welche den stati-
zen zuwider stets den warmen Rauch herabsinken
et, man sie aber nicht befriedigend, so liefse sich an-
ıfs herabfallendes Wasser die in der Höhle befindli-
ch Art einer Wassertrommel stets comprimire und im
angesammelte warme, im Sommer die kalte Luft
Da es fast unmöglich ist, die Localität solcher Höh-
ı einzelnen Theilen genau und vollständig kennen
so ist jede Hypothese über die Phänomene, welche
n, sehr unsicher.

inigen Höhlen strömen mephitische Gasarten, mei-
, deren spec. Gewicht gröfser ist, als das der at-
hen Luft, weswegen sie die niedern Räume jener
nehmen, und für die Respiration gefährlich werden,
ch den Thieren, deren Athmungswerkzeuge dem
näher sind. Einige solcher Höhlen reihen sich an
e, indem man bei ihnen ein wirkliches Verbrennen
fels wahrnimmt, oder aus der Menge des entbunde-
flichtsauren Gases auf einen solchen Procefs schliefsen
hin gehören hauptsächlich: 77. *die Schwefelhöhlen
Budosch* in Ungarn, zwei Meilen von Obertorja. Sie
grofs, und messen nur wenige Klafter an Breite, Hö-
efe, haben Risse in den Felsen, aus denen heifser,
efel gemischter Dampf aufsteigt, auch setzt sich
an den Seiten an. Die Gasart im Innern derselben
sächlich nahe über dem Boden wirkt sehr erstickend,
:fs von solchen, die sich gegen ihren nachtheiligen
urch Tücher und sonstige Vorsichtsmafsregeln sichern,
ittel gegen Haut- und Augen-Krankheiten angewandt,
ewifs ohne Nutzen. 78. Grofse Aehnlichkeit mit die-
ie Höhle auf Guadaloupe, welche zuerst Peyssonell,
'Herminier untersuchen wollte, allein die Menge des
rvordringenden kohlensauren und schweflichsauren Ga-

ses ist so grofs, dafs das Vordringen in ihr die gröfs bringen würde.[1] In den tieferen Schlünden hört man di sen eines brennenden Vulcans.[1] 79. *Die grotta del* Puzzuole in Italien ist unzählich oft besucht und besch Sie ist 10 F. tief, 9 F. hoch und 4 F. breit, und m von Aufsen gebückt stehend die mephitischen Dünste aufsteigen sehen; Fackeln und Lichter erlöschen in ih aber Schiefsgewehre in ihr nicht losgehen sollen,[2] ist ein zu widerlegende Uebertreibung. Menschen empfinden, stehend, nichts, zuweilen auch dann nicht, wenn sie si ken, dafs Hunde darin ersticken, ist nicht zu bezweif doch kann es wohl seyn, dafs der Hund des Führers, v sagt, darauf abgerichtet ist, jederzeit wie betäubt nieder len. 80. Aehnlich sind die Höhlen auf der *Insel M* *Ribar in Ungarn* und bei *Pyrmont*. Letztere ist ein Grotte in einem Kalkfelsen. Ich habe in ihr, selbst in ter Stellung keine Einwirkung des kohlensauren Gases den, jedoch ist es satsam erwiesen, dafs zuweilen di Menge des aufsteigenden kohlensauren Gases nicht blo bis zum Ersticken, sondern auch Menschen betäubt[3]. des Lacher See's bei Obermennig ist eine mit mephitisch arten erfüllte Höhle[4], und noch andere sind in den G der Eifel[5], wie es deren überhaupt noch viele giebt, einzeln zu beschreiben nicht der Mühe werth seyn würde berhaupt ist das Aufsteigen mephitischer Gasarten aus de nicht selten mit dem sprudelnden Wasser der Quellen v den, eine keineswegs seltene Erscheinung.

Viele Höhlen von unglaublicher Gröfse sind durch bungen entstanden. Ohne Zweifel ist dieses nicht der dem seit uralten Zeiten bekannten *Labyrinthe auf Cret* Candia, dessen verschlungene Gänge zu mancherlei S den fabelhaften Zeiten Veranlassung gaben. Es besteht ner grofsen Menge solcher nach verschiedenen Richtung

---

1 Journ. de Phys. LXXXI. 209.

2 Unter andern S. Volkmann's historisch-kritische Na von Italien. III. 221.

3 S. Marquard's Beschreibung von Pyrmont, II Tom. 85, mit K.

4 S. de Luc Briefe. II, 95.

5 Schweigg. Journ. N. F. XIII. 28.

deren Höhe 7 bis 8 F. bei einer Breite von 6
igt. Einige führen zu einer grofsen Halle mit
eilern, und laufen von hier aus weiter, mehrere
hten Felsen, und man mufs in ihnen wieder um-
ummer Gang führt zu einer schönen Grotte, wel-
gewölbt ist, und nicht füglich durch Kunst ge-
inte. Nach Pococke ist dasselbe durch das Weg-
eine entstanden, wie die *Latomien* oder Stein-
acus, wogegen aber Tournefort erinnert, dafs
weich sind, und sich zum Bauen nicht eignen.
reibung des letzteren, und einer neueren von
iner genauen Zeichnung schliefst Buckland [2],
ihmte Naturwunder nichts weiter sey, als eine
it einander verbundener Höhlen, welche den
i sich im Kalksteingebirge befinden, wie denn
ere solche in den Cretensischen Bergen vorhan-
ei ist es indefs sehr möglich, dafs die Kunst et-
en, und einige der grofsen Gewölbe durch Gänge
rbunden hat. Dafs übrigens Steinbrüche zu er-
en Höhlen werden können, beweisen unter an-
ont-Martre bei Paris, in denen sich einst zwei
rt haben und umgekommen seyn sollen, noch
Sandsteinbrücke im *Petersberge* bei Mastricht.
inen grofsen stollenartigen Eingang, und einen
lcher über eine Stunde lang zu einer anderen
sführt. Von diesem aus gehen viele grofse Ne-
verschiedenen Seiten, einer nach Tongern, ei-
ch u. s. w. Der Stahlberg im Nassau-Siegen-
r nach einigen 7, nach andern 9 Stockwerke
aben soll, liefse sich gleichfalls zu den künstli-
echnen, vor allen Dingen ist dieses aber der Fall
euern Salzgruben von Wiliczka in Pohlen [3], und
ngruben bei Whitehaven.
ehören auch die künstlichen Höhlungen, welche
ern zu Begräbnifsplätzen dienten, hierher, kön-

1 Reise in Creta. 1823. Taf. 13.
dilur. p. 5. Anm.
rde Th. III. S. 1106. v. Leonhard Taschenbuch für
53.

nen aber als Erzeugnisse der Kunst nur der Vollständigkeit gen kurz erwähnt werden. Dahin gehört das *Labyrinth in Ägypten*, welches aus 3000 Gemächern, zur Hälfte über zur andern Hälfte unter der Erde bestanden haben soll[1], gegenwärtig aber meistens verschüttet ist; die *Katakomben bei R*, welche von unglaublicher Ausdehnung sind, meistens aber schmalen und niedrigen unterirdischen Gängen mit einer Menge Nischen im tuffartigen Kalksteine ausgehauen bestehen[2]. Minder ausgedehnt, aber aus geräumigern Gängen bestehend, die *Katakomben bei Neapel*. Auch bei Smolensk befinden sich ungeheuer grofse und weite Höhlen, die man für künstliche Begräbnifsplätze hält[3], u. a. m.

Diese kurze Uebersicht der vorzüglichsten und bekanntesten Höhlen möge hier als Beitrag zur physischen Geographie genügen. Vollständigkeit kann so viel weniger verlangt werden, als die nämlichen Erscheinungen bei gleichartigen Höhlen sich allezeit wieder erneuern, auch gehören die Untersuchungen über die Arten des Gesteines, worin sie vorkommen und Ursachen ihrer Bildung zunächst in das Gebiet der Geognosie und Geologie. *M.*

Hörrohr.

Tuba acustica; Cornet acoustique; *Hearing trumpet.* Das Hörrohr ist ein Werkzeug, dessen sich Schwerhörige bedienen, um den Schall zu verstärken. Bei der Construction desselben sucht man im Allgemeinen mehr Schallstrahlen aufzufangen und diese so zu vereinigen, dafs daraus verstärkte Wirkung auf die Gehörwerkzeuge erhalten werde. Chladni[4] nennt es daher ein umgekehrtes Sprachrohr, bestimmt dem Ohre eine gröfsere Menge Schallstrahlen zuzuführen, Lambert[5] verlangt die parabolische Figur derselben, um sämmtlichen Schallstrahlen in einen einzigen Punct zu vereinigen, wozu Chladni noch die Bedingung setzt, dafs der

1 Herod. II. 148.

2 S. Pauli Aringhii Roma subterranea. Rom. 1651. II Tom

3 S. Herbinii religionis Kyoviensis cryptae. Jen. 1675.

4 Traité d'Acoustique Par. 1809. 8. p. 290.

5 Mém. de l'Acad. de Berlin. 1775.

el im Brennpuncte ein kleines Rohr haben müsse, lstrahlen durch dieses in den Gehörgang zu leiten. gefunden haben, dafs ein umgekehrtes elliptisch Sprachrohr sich sehr gut zum Hörrohre eigne, ɜr hält die konische Form für die geeignetste, und ngen oder Windungen der gewöhnlichen Hörrohre ı nur der Bequemlichkeit des Haltens und Anlegens ›racht zu seyn. Obgleich aber die Meinung, dafs zum Auffangen einer gröſseren Menge Schallstrah- te Oeffnung haben und zur Concentrirung derselben ʒewölbt seyn müsse, unter den Physikern und Phy- r allgemein herrschend ist[2], so läſst sich doch die it dieser Voraussetzung sehr leicht nachweisen. nämlich einen hohlen Kegel von willkürlich wei- ʒ, oder einen Trichter, wie weit derselbe auch seyn er Spitze in den Gehörgang bringt, so wird sich indeste Verstärkung des Schalls zeigen, selbst die ı Hörrohre, welche allerdings den Schall verstärken, ːeine Wirkung, so lange sie gerade sind, und eins zu beschreibenden Hörrohre verstärkt wirklich den utend, obgleich die auffangende Oeffnung kaum ein r. Quadratzolle beträgt. Die Sprachgewölbe zeigen lafs parabolisch gekrümmte Flächen eine Vereinigung auch eine Verstärkung der Schallstrahlen bewirken, s gilt bloſs von den parallel mit der Axe einfallenden, iebt sich denn bald die Unmöglichkeit, solche für r bei seinem Gebrauche für die gewöhnliche Unter- erlangen, weswegen sich von dieser Bedingung gar mindestens nicht viel erwarten läſst. Man darf da- cht behaupten, dafs es noch keine genügende Theo- rrohrs giebt[3], auch habe ich Gelegenheit gehabt, die nsten Constructionen der Hörrohre zu prüfen, ohne zu irgend einem genügenden Resultate zu gelangen. ie Construction des Hörrohrs muſs hauptsächlich noch nd berücksichtigt werden, dafs dasselbe die aus der

---

ːh Chladni a. a. O.

leben Anfangsgründe d. Naturlehre. 6te Aufl. S. 252.

rgl. Ittard: die Krankheiten des Ohres und des Gehörs. 22. S. 234.

Fig. 96. Dasselbe besteht aus einer trompetenförmigen Oeffnung a, Trommel b, welche cylindrisch seyn kann oder seinen ...ungen nach besser elliptisch gekrümmt wird, und au Zuleitungsröhre c zum Einschieben in den äufsern Geh Als einen nicht unwesentlichen Theil desselben betrac zwei künstliche Paukenfelle von Goldschlägerhaut a a, welche in demselben bei der Zusammensetzung ausge werden, und welche den Schall zwar mehr vermindern a stärken, dafür aber weniger verworren machen sollen.

Auf die Construction der schneckenförmigen H führt die Erfahrung, dafs blofse Kegel gar keine Verst des Schalles geben, welche sich indefs in einem geringen augenblicklich zeigt, sobald man denselben nur eine Krü Fig. 97. giebt. Weit stärker, und zwar ohne allen Vergleich mi solchen blofsen Krümmung wird die Wirkung, sobald e ches trompetenförmiges Rohr, auch wenn es in seiner a lichen geraden Gestalt ganz ohne Effect war, schnecken gewunden wird. Ob und in wie weit die Anzahl der W gen hierbei von Bedeutung seyn mag, ist schwerlich durc suche schon ausgemittelt, wahrscheinlich bleibt dieselb ganz ohne Einflufs, sobald nur eine einzige vollständige dung vorhanden ist. Bei einigen von mir untersuchten I plaren konnte ich keinen aus der ungleichen Anzahl der dungen hervorgehenden Unterschied wahrnehmen. Dieser fernt ähnlich, aber weder durch Schönheit seiner Form durch gröfsere Wirksamkeit ausgezeichnet, ist ein mit Wi Fig. 98. gen versehenes Rohr, welches nach Ittard's Angab einem zweimal gewundenen Kegel bestehen soll. Weit reicher dagegen und wahrscheinlich viel zweckmäfsiger Vorschlag desselben[1], den Schall durch Schneckenwin zum Ohre zu führen, und weil diese aus Metall schwer lich zu bereiten sind, natürliche Schneckenhäuser für Zweck einzurichten. Man nimmt hierzu geeignete Exe Fig. 99. der Schrauben-Trompeten- und Kegelschnecken, sc die Spitze so weit ab, bis der Gang sich öffnet, setzt a Oeffnung ein so gebogenes Rohr, dafs es sich bequem Gehörgang bringen läfst, und zur Vergröfserung der O auf das weitere Ende des Schneckenhauses eine metallen

1 Ittard a. a. O. S. 239.

man auch ein oder zwei Trommelfelle $\alpha\ \alpha$; $\beta\ \beta$; lägerhaut anbringen kann, und erhält auf diese erlangten Apparat.

ste Aehnlichkeit mit diesen haben unter den mu- : Hörrohren die sogenannten französischen künst-ı. Man verfertigt sie in Spanien aus wirklichen onst gewöhnlich aus Silber, und trägt sie an einem ügel über den Kopf [1]. Ihre Wirkung ist unbe-d wird wahrscheinlich hauptsächlich nur durch ein dingt, welches von denselben in den äufsern Ge-; übrigens haben sie den Vorzug grofser Bequem-r nahe kommen ihnen im Baue die Gehörmuscheln, hfalls an einem über den Kopf gebogenen metalle-efestigt, die in ihren Windungen aufgefangenen n durch eine Röhre in den Gehörgang leiten. Selbst ene Röhrchen, in den Gehörgang geschoben, noch zusammengedrehete Pfriemen von Baumwolle, über gewunden und vermittelst des letzteren durch das kenfell in die Paukenhöhle gedrückt, bis die schmerz-ıdung das Weiterschieben nicht mehr gestattet, sol-ı ein wirksames Mittel zur Herstellung des Hörens Eine Anwendung dieses Vorschlags ist übrigens ge-t selten, und daher die Prüfung desselben höchst

ner, nach dem blofsen Baue zu urtheilen, unerwar-Virkung ist eine Art Hörrohr, dessen Erfinder gleich-D zu seyn scheint [3]. A A ist der Körper von dün- Fig. 100. lech oder Messingblech, hohl und etwa von gleicher öhe, welcher so gebogen ist, dafs er ziemlich ge-ı Kopf des Tragenden pafst, und sich allmälig in die hren a a verläuft. Auf diesen stecken zwei andere zweimal rechtwinklich gebogene hohle Röhrchen, gedrehet werden können, dafs man ihre Enden $\beta\ \beta$

—

ris Abh. über den gesunden und kranken Zustand des Oh-

RD a. a. O. S. 246.

ı. O. S. 246. Die Beschreibung ist nicht wohl verständlich, las Instrument nicht gesehen hat. Eine Zeichnung ist

in die Gehörgänge beider Ohren bringt. In der Mitte ü Stirn befindet sich eine Oeffnung *a a*, nicht grösser al 1,5 Z. lang und 0,75 Z. breit, durch welche der Schall Ohren gelangt. Wie eine so kleine Oeffnung eine so bede Verstärkung des Schalles hervorbringen könne, als durch Werkzeug erhalten wird, wäre ganz unbegreiflich, wen Wirkung überhaupt von der Gröfse der Fläche abhinge, durch die Schallwellen aufgefangen werden. Die Verst scheint mir daher nach dieser und den oben mitgetheilten rungen nicht sowohl hiervon, als vielmehr von den hohl krümmten Räumen abzuhängen, worin die Schallwelle geleitet werden, eine Hypothese, welche selbst schon Betrachtung des natürlichen äufseren Ohres eine bede Unterstützung erhält. Der ganze Apparat ist dazu be von schwerhörigen Damen unter der Haube getragen z den, und es thut der Wirkung desselben keinen Al wenn eine solche leichte Haube darüber gezogen oder di nung durch so lockeres Zeug, als zu solchem Putze gem wird, verschlossen ist.

Alle Hörrohre, insbesondere auch das letztere, haben ihre Wirksamkeit ungemein beschränkenden, für viele l nen ganz aufhebenden Fehler, nämlich sie erzeugen neb verstärkten Schalle durch die wiederholte Reflection der S wellen in den Höhlungen, und wahrscheinlich zugleich das Mittönen der Masse, woraus sie verfertigt sind, ein u angenehmes und oft so störendes Brausen und Summen, dieses in manchen Fällen ganz unerträglich wird. Hierau klärt sich die von Ittard gemachte Beobachtung, dafs Hörrohre für diese und einige für andere Personen passen dem es für manche vortheilhaft seyn mag, durch das Ne nen (wie bei der *paracusis Willisiana*[1]) die Empfängli des Gehörs für die Eindrücke des Schalles zu wecken. I meisten oder mindestens in sehr vielen Fällen werden ind Hörrohre dadurch ganz unbrauchbar, wenn anders diese dernifs nicht durch die in ihnen ausgespannten Membran seitigt wird, worüber ich keine Erfahrungen habe. Es h ner nach zufällig von mir gemachten und nachher absi wiederholten Beobachtungen vermuthlich bei allen, nam

1 Vergl. *Gehör* Th. IV. S. 1219.

schneckenförmig gewundenen Hörrohren auf ihre
keinen merklichen Einfluſs, wenn die trompeten-
nung mit einer weichen Substanz, z. B. Baumwolle
ausgestopft ist. Endlich aber bemerke ich noch,
ht zu sehr eilen darf, zum Gebrauche des Hörrohrs
ht zu nehmen, weil hierdurch das Ohr in den mei-
gegen die gewöhnlichen Eindrücke des Schalles
umpft wird, und wenn beide Ohren in gleichem
erhörig sind, so verliert meistens dasjenige, bei
an das Instrument nicht anwendet, die Fähigkeit
inzlich oder in einem weit höheren Grade.
die minder bekannten Hörrohre kann auch dasjenige
erden, welches Ittard[1] für den individuellen Zweck
um die taubstummen Kinder nach anfangender Wie-
ng des Gehörs ihre eigene Stimme vernehmen zu
Es besteht dieses bloſs aus einem krummen, wie ein
genen Instrumente, dessen weiteres offenes Ende ge-
ffnung des Mundes umschlieſst, indem das andere
as Ohr geht. Sein Gebrauch soll sich bloſs auf den
en Zweck beschränken, indeſs möchte ich fast bezwei-
auch in dieser Hinsicht oder überhaupt viel von dem-
erwarten sey. Endlich giebt auch Truchet[2] eine
liche Art Hörrohr (unrichtig Sprachrohr genannt) an.
teht aus einer dem äuſsern Ohre nachgebildeten Oeff-
einer Membrane, welche das Paukenfell ersetzen und
ngen der äuſsern Luft in das innere Ohr verhüten soll.
indeſs wenig oder überhaupt keinen Gebrauch von
gemacht.
die bisher beschriebenen und die ihnen ähnlichen
sind hohl, das den Schall leitende Medium bei ihnen
ft, und der Weg, welchen die Schallwellen bis zu
rnerven nehmen, ist das äuſsere Ohr. Indem der
r auch durch feste Körper geleitet wird, und der Zu-
frühe die Erfahrung herbeiführen muſste, daſs der-
durch die festen Theile des Kopfes, vorzüglich die
hrgenommen wird, so erwähnen schon Ingrassia[3],

a. O. S. 542.
al. Wratislav. Cent. 4. anni 1718. Apr. 5 art. 1 §. 2.
Ingrassia de ossibus. cet. Lugd. 1551, 12.

Athanas. Kircher[1] und Boerhave[2] einer Vorrichtung mittelst deren man durch die Zähne hören kann. Später Joh. Jorissen[3] und zwei Jahre später J. H. Wink letzterer jedoch blofs die Versuche und Angaben des erste nutzend, hierzu einen hölzernen, einige Fufs langen und ein bis zwei Quadratzolle im Querschnitt haltenden Stab welchen sowohl der Redende als auch der Hörende zwi die Zähne nehmen mufste. Wegen der augenfälligen quemlichkeit dieser Vorrichtung, namentlich für den Rede schlägt Ittard[5] vor, ein hohles, nach oben verjüngtes von zolldickem Holze mit einem platten Mundstücke an Ende zu wählen, an das andere Ende desselben aber einen ter zu befestigen, in welchen der Redende den Mund häl defs ist die Wirkung dieses Instrumentes ungleich schw weswegen auch Ittard selbst, in Fällen grofser Schwerhör zur Beibehaltung des von Jorissen vorgeschlagenen festen ters räth, mit der Verbesserung, dafs das eine Ende dess in zwei federnde, etwa zwei Zolle von einander abste Blätter ausläuft, welche durch ihre Schnellkraft sich ste Berührung mit dem oberen Rande der Zähne des Redende halten, ohne die Bewegung der Kinnbacken und Lippe Articulirung der Töne beim Reden aufzuheben. Dafs die hierdurch etwas undeutlich werden müsse, versteht sich von selbst, indefs soll das ganze Werkzeug auch nur als Hülfsmittel zur Aufhebung oder Milderung eines bestehe Uebels dienen[6].

M.

---

1 Musurgia universalis, sive ars magna consoni et disso X libr. dig. II Tom. Rom. 1650. fol. L. 1. sect. 7.

2 Institut. rei med. De auditu.

3 Dissertat. sistens novae methodi, surdos reddendi audi physicas et medicas rationes. Halae 1757. 4.

4 De ratione audiendi per dentes. Lips. 1759. 4.

5 A. a. O. S. 245.

6 Hier könnte auch das *Horchrohr* erwähnt werden, w Prasteoams in Gilb. Ann. XXXIX. 150. für den Kriegsgebra Vorschlag gebracht hat, eine oben umgebogene Eisenstange, mit einer Schaufel, welche in die Erde gesteckt wird, um di wegungen des Militärs auf grofse Entfernungen zu hören. Allei übergehe dessen Beschreibung mit Stillschweigen, weil man zw Bewegungen hört, aber den Ort derselben nicht unterscheiden k

Hof
um Sonne oder Mond.

ona; Halon, couronne; *Halo, crown.*

ıht oft den Mond von farbigen Ringen umgeben, ıesser nur wenigen Durchmessern des Mondes gleich hnliche Ringe zeigen sich auch um die Sonne, wo , wegen des blendenden Lichtes der Sonne, seltemen kann. Diese Ringe nennt man *Höfe*, und ich ıier mit dem Namen *kleinere Höfe*, auszeichnen. wesentlich verschieden sind die *gröſseren Höfe*, die von etwa 22 Grad und 44 Grad Halbmesser zu- Sonne oder Mond gesehen werden, und welche r, aber doch sehr oft, mit der Erscheinung *einer* (*parhelius*; parélie; *mocksun*) oder mehrerer Neverbunden sind, so wie auch beim Monde Nebenheinen. Mit diesen gröſsern Höfen zugleich erscheiere horizontale und verticale oder auch schief liegende mit jenen groſsen Höfen in so naher Beziehung stenan alle diese Phänomene zusammen betrachten und suchen muſs. Da die kleinen Höfe von ganz annden als die gröſsern abzuhängen scheinen, so tren- Betrachtung der erstern völlig von der der letztern.

den kleinen Höfen um Sonne und Mond.

ı die Luft entweder mit Dünsten so schwach erfüllt as Blau des Himmels davon wenig getrübt wird, und en des Mondes doch nicht zu sehr zurückgehalten oder wenn dünne Wolken vor dem Monde vorbei zieieht man ihn von einem oder mehrern kleinen Höfen Diese zeigen sich ganz nahe um den leuchtenden nd zwar so, daſs diesen zunächst ein Kreis von grauau umgiebt, welches ganz nahe an dem leuchtenden helleres Weiſs übergeht, nach auſsen aber mit einem d rothen Kreise begrenzt ist; dann folgt eine Farben- Violett, Blau, Grün, Gelb, Roth; eine neue Farvon Grün, verwaschenem Gelb und Roth; endlich mat-

tes Grün und mattes Roth[1]. So vollständig zeigen di sich nur selten, da man sie um die Sonne wegen der b den Helle dieses Himmelskörpers sehr schwer sehen kar beim Monde sehr günstige Umstände dazu gehören, um darzustellen. NEWTON hat einmal das im Wasser ges Sonnenbild mit Ringen, den eben beschriebenen gleic geben gesehen, und man kann sich theilweise diese I nung leicht verschaffen, wenn Wolken vor der Sonne ziehen und man unterdefs das Sonnenbild im Wasser bet aber seltner trifft es sich, dafs die Höfe gerade dann vol erscheinen[2].

Um die Erklärung dieses Phänomens herbeizuführ welchem die Farbenfolge an diejenigen Ringe erinnert, man, vermöge der Beugung des Lichtes, entstehen sieht man das Licht durch eine sehr kleine Oeffnung fallen lä ich einen andern, leicht anzustellenden Versuch anführ ein sehr nahe verwandtes Phänomen darstellt. Man ne dünnes Florband, worin die überall gleich dicken Fäde mäfsig gewebt sind, halte es so, dafs die eine Fädenrei tical, die andere horizontal läuft, vor das Auge, u durch dasselbe nach einer entfernten Lichtflamme, so si erstlich neben dem Lichte an beiden Seiten mehrere e zum Theil deckende Lichtflammen, die einen hellen, ge Rand hin rothen Raum ganz ausfüllen; dann folgt ho neben diesen Flammen ein dunkler Raum, an den s schönes farbiges Bild der Lichtflammen, mit der blauen Sei dem Hauptlichte gekehrt, und dann Grün, Gelb, Roth anschliefst; neben diesem sieht man wieder einen dunkel und dann ein eben so, wie das vorige, gefärbtes Bild.

---

1 G. XVIII. 30. XLII. 403. In der Beschreibung, di LII. 450. gegeben wird, machen die drei ersten Ringe d Farbenfolge aus, der vierte bis siebente bilden die zwei achte und neunte die dritte Farbenfolge. Vergl. Misc. IV. 64.

2 Bei einem von MESSIER beobachteten schönen Hofe Mond ist die Farbenfolge anders angegeben. Um den Mon einen Monddurchm. breit, ein milchiges Weifs, dann ein ni so breiter orangefarbner Ring; dann ein dem ersten Ringe g gleicher tief blaulicher Kreis, endlich ein nicht so breiter t purner Kreis. Mém. de l' Inst. de France. V. 130.

ıolte Bilder der Lichtflamme sieht man oberwärts
s, wo sie aber wegen der Länge der Lichtflamme
ınder decken. Entfernt man sich weit vom Lichte,
die hellen, den innern Raum ausfüllenden Licht-
getrennt, weil ihre scheinbaren Abstände von
ı bleiben, während die scheinbare Gröfse jeder
r wird; die hinaufwärts oder herabwärts einander
ler dagegen, die der Hauptflamme am nächsten
ı, ihrer gröfsern Länge wegen, auch dann noch
Diese vier Reihen wiederholter Lichtbilder liegen
:ung der Fäden des Bandes, und wenn man die
'äden, und damit auch die verticalen Fäden in
Lage bringt, so nehmen die Lichtschweife eben
ıge an; legt man zwei Theile des Florbands so
, dafs die Fäden sich unter halbrechten Winkeln
, so erhält man acht Lichtschweife; und könnte
n nach allen Richtungen gehend anbringen, so
ı den innern lichten Raum, der sich mit Roth
Ring zeigen, der die ganze Farbenfolge und das
ıen, das Roth nach aufsen, darböte; dann ein
it eben der Farbenfolge, u. s. w. Diese Farben-
defs bei leuchtenden Körpern von erheblichem
nicht rein erscheinen, da eigentlich jeder leuch-
m sich einen runden Hof haben sollte, wo dann
arben des einen auf andere Farben des andern fal-
Weise, die sich leicht näher untersuchen liefse.
scheinung, die jeder leicht selbst sehen kann, ist
lem Phänomene der kleineren Höfe so nahe über-
dafs man die Entstehung dieser aus jener mufs
en; und diese Erklärung ist auch schon von Jor-
vollständiger aber von Fraunhofer [2], angegeben
eben erzählten Phänomene beruhen auf der Beu-
ıtes, und wenn gleich die vollständige Erklärung
genauern Untersuchungen über die Beugung des
orgehen kann, so wird sich doch die Hauptsache
lich machen lassen.

II. 21.
der Höfe und Nebensonnen; in Schumacher's astron.

Inflexion.

Wenn mehrere kugelförmige undurchsichtige Körper vo sehr kleinem Durchmesser nahe bei einander schweben, so wi an jedem dieser Kügelchen durch die Beugung des Lichtes ei Zerlegung der Lichtstrahlen so hervorgebracht, dafs von de dicht an c vorbei gehenden Lichtstrahlen *ein* rother Strahl na
Fig. 101. d, *ein zweiter* rother Strahl nach f, *ein dritter* nach g gelang *ein vierter* nach h; eben das findet auf der andern Seite sta Da nun ganz dieselbe Beugung für jedes einzelne Kügelch eintritt, so erhält das Auge in d, welches von dem direct Lichtstrahle k d getroffen werden sollte, den rothen Lichtstr c d, und den mit c e parallelen rothen Lichtstrahl c'd; es si also nach den Richtungen d c, d c' rothes Licht, oder vielm da eben dieses rund um d k nach allen Seiten statt findet, ein rothen Ring, den ich den ersten rothen Hof nennen will. G nau so erhält das Auge d die mit den zweiten rothen Strahlen c f parallelen Strahlen d m, d m', und sieht in dem scheinba Abstande k d m einen zweiten rothen Ring um den leuchten Körper; d n, d n', mit dem dritten rothen Strahle c g, c g rallel, geben einen dritten rothen Ring und so ferner. Nach Gesetzen der Beugung des Lichtes bleiben die von c her menden blauen Strahlen der ersten Ordnung näher als die rothen Strahlen bei ihrer natürlichen Richtung, und das d sieht also die blauen Ringe in geringerem Abstande von d leuchtenden Körper, als die rothen, und dafs die übrigen F ben nach der Ordnung dazwischen fallen, versteht sich vo selbst. Da der Mond eine so bedeutende scheinbare Grö hat, so erhellet, dafs die Farben sich minder rein darstell müssen; denn wenn zum Beispiel der rein rothe erste Ri welcher dem Mittelpuncte entspricht, einen Halbmesser hab sollte, der nur um $\frac{1}{4}$ Grad von dem des zweiten blauen ve schieden wäre, so würde der Ring, der den nächsten Randpun des Mondes roth umgeben sollte, mit dem zweiten blauen Rin ge um den Mittelpunct zusammenfallen, und so kann für andr Farben dieses noch leichter statt finden.

Um die Ueberzeugung, dafs die Höfe so entstehen, noc mehr zu unterstützen, hat Fraunhofer Glaskügelchen auf ei horizontales Glas gestreuet und den vertical auf sie zurückge worfenen Sonnenstrahl nach dem Durchgange zwischen ihnen beobachtet. Je kleiner die Kügelchen waren, desto gröfser wa ren die Durchmesser der Höfe.

Beobachtungen übet die B[illegible]g des Lichtes zeigten R, dafs man den Halbmesser = r' des ersten rothen n Halbmesser = r'', des zweiten, den Halbmesser lritten, durch

$$r' = \frac{0,0000257}{\gamma};$$
$$r'' = r' + \frac{0,0000214}{\gamma};$$
$$r''' = r'' + \frac{0,0000214}{\gamma}$$

könne, wenn γ der Durchmesser eines Dunstkügel-ris. Zollen ist. FRAUNHOFER berechnet darnach drei gen über Höfe und findet, dafs bei der einen von gestellten, $\gamma = 0,00191$ Zoll, bei der zweiten von gestellten $\gamma = 0,000578$; bei der dritten, von NEW-ellten Beobachtung[1] $\gamma = 00113$ Zoll betrug[2].

Höfe bei ungleicher Gröfse der Dunstkügelchen so ısfallen, so können sie nur erscheinen, wenn die ıhl der Dunstkügelchen von gleicher Gröfse ist, und

—

toni Opt. am Ende des 2ten Buches. Noch eine Bestim-usschenbroek findet man in Mém. de Paris. 1735 p. 87. wo htung vom 14. April hierher gehört. Vgl. v. HUMBOLDT).

.iesen Berechnungen stimmen die von mir gefundenen Zah-anz mit FRAUNHOFER's überein; ich habe aber seine Anga-ılten. Die Rechnung ist folgende: Die beobachteten Durch-Ringe sind:

2° 1' = 0,0351975 = 2r';
3° 20' = 0,0581776 = 2r'';
5° 36' = 0,0977384 = 2r';
9° 52' = 0,1722058 = 2r'';
3° = 0,05236 = 2r';
5° 30' = 0,09599, = 2r''.

nun $\gamma = \frac{0,0000257}{r'} = \frac{0,0000471}{r''}$, so erhält man aus den chtungen

$\gamma = 0,001460$; u. auch $= 0,001618$.
$\gamma = 0,000526$; u. auch $= 0,000547$.
$\gamma = 0,000982$; u. auch $= 0,000981$.

ürde man die Durchmesser der Dunstkügelchen auf 0,001539; 0,000982, setzen müssen. FRAUNHOFER mufs also andre er als die von ihm S. 48. angegebenen gebraucht haben.

so erhellet, warum nicht immer bei gleicher Dunstbedeckung Höfe erscheinen. Sind nämlich die Dunstkügelchen ungleich, so fallen die durch *eine* bestimmte Gröfse hervorgebrachten Farben, auf die ungleichen Farben, die einer andern Gröfse entsprechen, und bilden eine weifse Erleuchtung um den leuchtenden Körper.

Man kann ein den Höfen um den Mond vollkommen ähnliches Phänomen hervorbringen, wenn man eine reine Glasscheibe sehr schwach anhaucht, und dadurch ein entferntes recht helles Licht oder auch den Mond ansieht. Man erblickt dann zunächst um den leuchtenden Körper einen dunkeln Kreis, der in Blaulich, dann in Weifs übergeht und roth umgrenzt ist. Dieser Hof ist bei einem recht leifsen Hauche am gröfsesten, wie es der dann statt findenden Kleinheit der niedergeschlagenen Dunsttheilchen gemäfs ist [1].

In sichtbaren Wasserdünsten, die vor einem Lichte aufsteigen, sieht man aus ähnlichem Grunde Färbungen, die jedoch wegen der Unregelmäfsigkeit solcher Dampfwolken selten deutliche Kreise darstellen. Auch ohne Hülfe eines fremden Mittels zeigen sich farbige Höfe um die Lichter bei krankhafter Affection des Auges, ohne Zweifel, weil feine undurchsichtige Verdichtungen sich auf den Häuten des Auges befinden [2].

Ein ganz hierher gehöriges Phänomen zeigt sich im Nebel um den Schatten des Beobachters. Ehe ich aber von diesem rede, will ich eine sehr oft beobachtete Erscheinung anführen, die man leicht gewahr wird, wenn man bei niedrigem Stande der Sonne den Schatten seines eignen Kopfes betrachtet. Man sieht diesen dann mit einem hellen Scheine umgeben, der sich gewöhnlich oberwärts ziemlich hoch über den Kopf hinauf erstreckt; er ist nur sichtbar, wenn der Schatten auf Gras, Korn und dergleichen fällt, und er verschwindet, wo der Schatten eine ganz ebene Fläche trifft. Nach v. Winterfeld's Erklärung [3], entsteht dieser helle Hof aus Reflexion der Lichtstrahlen

---

1 Einen Versuch mit dem Dunstbeschlage der Glocke auf der Luftpumpe erklärt Gilbert richtig. Ann. XVIII. 52.

2 Brougham (Ph. Tr. 1796. p. 259) sagt, die durch die Pupille gehenden Strahlen werden gebeugt, indem sie durch die Fasern der Augenhäute gehen.

3 G. XVIII. 64.

ı Thautropfen, theils an den glatten Grashalmen und :uchtung ihrer ganzen Oberfläche. Wäre nämlich in einziger Punct, so würde genau von dem Thau- der mit der Sonne und meinem Auge in gerader der Lichtstrahl sowohl von der hinteren als vorde- mein Auge zurückgeworfen, wenn nicht gerade an mein Schatten fiele. Jeder in anderer Lage befind- ropfen kann uns nicht beide reflectirte Strahlen zu- nden. Für Strahlen, die von der Sonne kommen, das, wegen ihres erheblichen Durchmessers noch ı die Thautropfen den Schatten meines Kopfs nur na- für entferntere aber nicht.

kommt, dafs wir die undurchsichtigen runden Kör- ,e des unregelmäfsig zerstreut zurückgeworfenen Lich- tet sehen, und nur die erleuchtete Seite derjenigen , die der Sonne gegenüber liegen, ganz sehen, dieje- gen, welche weiter seitwärts liegen, bieten uns ei- ihrer Schattenseite dar. Dafs der Schein sich nach weiter verbreitet, kommt theils davon her, dafs die ıen Halme, auch da, wo der obere Theil unseres aufhört, ihre ganz erleuchtete Seite zeigen, theils mag : bei niedrigem Sonnenstande nicht unerheblichen Zu- ng des Sonnenlichtes von der zwischen dem Beobach- ır Sonne liegenden, mit glänzendem Grase und Thau Ebene herrühren; dieser zerstreute Lichtschimmer bie- am eine Menge unter der Horizontallinie stehende Son- deren nahe bei meinem Kopfe vorbeigehende Strahlen nso zu mir reflectirt werden, und die zur Verstärkung :htung aller gegen die Sonne gekehrten Seiten bei-

ı zeigt sich diese Glorie um den Schatten des Kopfes wie Bouguer sie in den Wolken auf den Andes [2], esby auf den dichten Nebeln sah [3], die in den Polar- ɔft auf dem Meere ruhen; aber auch auf dünnern Ne-

---

. dem physiologischen Scheine, wo jedes Dunkle sich mit en zeigt, kann hier nicht die Rede seyn, da diese Erschei- ıicht *blofs* um den Schatten *des Kopfs* zeigen könnte.

n. de Paris 1744. 262. Bouguer la figure de la terre.

:n. of a Voyage to the northern Whalefishery. p. 276.

n können sie sich zeigen[1]. Ich will hier nur
RESB Erzählung mittheilen, und FRAUNHOFERS Erkl
des Phänomens daran anknüpfen. Wenn eine nur bis a
oder 60 Yards hoch sich erstreckende Nebelschicht auf
Meere liegt, so sieht man, obgleich die Dicke des Nebel
genstände auf der Erde nicht weit zu sehen gestattet, doc
Sonne sehr hell, und ein Beobachter auf der Spitze des M
sieht dann im Nebel, um den Schatten seines Kopfes, fa
Kreise, die desto schöner sind, je dichter die Nebelschic
welche die Gegenden unter ihm einnimmt. In allen Fälle
det der Schatten des Kopfes des Beobachters das Centrum
Kreise, und man sieht zugleich den Schatten der umgeb
Theile des Schiffs. Der innerste Kreis ist so klein, dafs
seinem starken Glanze eine Gegensonne (*anthelius*) ode
Glorie um des Beobachters Kopf bildet. Eine Erschei
wie sie sich auf der Spitze des Mastes 105 Fufs über dem
serspiegel darstellte, beschreibt SCORESBY genauer. We
sehr dichtem unten liegendem Nebel die Sonne dennoc
schien, so zeigten die zwei innern Kreise, welche bei m
dichtem Nebel sich in einen einzigen hellen Ring vermis
ganz deutliche Farben, und zwar der erste von innen he
rechnet, Weifs oder Gelb und Roth; dann folgte Purpur,
Grün, Gelb, Roth als zweite Farbenfolge, und weiter en
von der Sonne als dritte Farbenfolge Purpur, Grün, wei
oder schwaches Gelb, Roth, Purpur. Die dritte Farben
war nur schwach. Der Halbmesser des äufsersten Rande
ersten Ringes war nach Schätzung $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grad, die ä
Grenze des zweiten Ringes, (wofür SCORESBY das Purpur
net, das ich zur dritten Farbenfolge genommen habe),
Messung $= 4^\circ\ 45'$; der Halbmesser des dritten nach Schä
$6^\circ.30'$. Nur diese Höfe sind es, die hierher gehören,
mufs ich doch, um das Phänomen vollständig zu beschr
noch den vierten, viel gröfseren Kreis erwähnen, der na
Beschreibung 4 Grade breit seyn mufste, dessen Mitte ein
dius von $38^\circ\ 50'$ hatte, und der sich blofs als ein weifs-
Ring zeigte. Einen fünften noch etwas gröfsern weifsen

---

1 G. XVIII. 68. Auch der von WEIDLER um die Gege
beobachtete kleine Hof gehört wohl hieher. Phil. Tr. 173
XLI. 221.

·y zu andrer Zeit mit der Erscheinung verbunden

ie beiden letzten will ich im Artikel *Regenbogen* für die ersteren giebt Fraunhofer (auf Bouguer's bezogen), folgende Erklärung, die ich auf Sco- ·bachtung anwenden werde.

die direct von der Sonne auffallenden Strahlen in ugeln oder Dunstkugeln nur dann von der vorde- nd von der inneren hinteren Fläche nach einerlei rückgeworfen werden, wenn sie durch den Mittel- ugeln gehen, eben so wird dieses auch mit den ge- hlen der Fall seyn. Diejenigen gebeugten Strahlen e an den, den Kopf des Beobachters zunächst um- unstkügelchen gebeugt werden, kommen auf eben zurück, und erreichen das Auge des Beobachters, ·rmöge eines solchen Strahls einen leuchtenden Punct ;rofsem scheinbarem Abstande von dem Schatten sei- ieht, als derjenige ist, wo ihm gegen die Sonne ge- Hof um die Sonne erscheinen sollte. Dafs daraus es rund um den Schatten gebeugte Strahlen giebt, :ehen und zwar verschiedenfarbige und Wiederho- elben Farbe, wegen der verschiedenen Beugung, er-

hofer rechnet die Gröfse der Dunsttheilchen ebenso orhin, und in Beziehung auf Scoresby's Beobach- ; man aus dem dritten Ringe 0,000604, aus dem 00568 finden, und der erste Ring müfste 2° 31′ Halb- abt haben, um das Mittel zwischen beiden zu geben.

Erklärung scheint mir zu keinem Einwurfe Veranlas- ;eben. Der einzige Einwurf, der möglich schie- :h, ob denn die schon einmal gebeugten Strahlen, wieder an Dunsttheilchen vorbeigehen, nicht aber- ıgt, und dadurch in unregelmäfsige Richtungen ge- den, scheint durch die Ueberlegung, dafs hierdurch Schwächung eintreten, das Phänomen aber nicht ganz n werden kann, hinreichend widerlegt zu seyn.

en Erklärungen, welche von den Physikern früherer ·r diese Höfe gegeben sind, ist es nicht der Mühe werth,

zu verweilen, zumal da sie sich mehr auf die grössern H
beziehen[1].

Newton glaubte diese kleinen Höfe aus den beim Du
gange durch dünne Blättchen entstehenden Farbenringen e
ren zu können. Wenn nämlich das Licht durch ein kl
Wasserkügelchen gehe, so würden da, wo der Lichtstrahl
hintere Wand des Tropfens erreicht, einige Lichttheilchen
Zustande leichterer Durchlassung seyn, andere im Zust
leichterer Zurückwerfung. Hätten zum Beispiel die den Du
messer durchlaufenden rothen Strahlen genau 250 Wechsel
res Zustandes erlitten, und andre, die eine kürzere Sehne du
laufen, 249, noch andre in einer noch kürzern Sehne nur
so liegen dazwischen Sehnen, die keinen ganzen Wechseln
sprechen, und nur an jenen Stellen werden die rothen Str
durchgelassen; und so wie hier die durch *eine* Kugel geh
Strahlen Ringe auf einem dahinter liegenden Papiere darst
müfsten, so mufs nach Newton's Ansicht auch die mit sol
Kügelchen erfüllte Luft uns Ringe um die Sonne darstelle

Hätte Newton die später aufgestellte Meinung ge
dafs die sichtbar niedergeschlagenen Dunsttheilchen aus
Bläschen bestünden, so hätte er diese Ansicht wohl noch
unterstützen können. Denn gewifs, wenn eine Schicht
blasen, überall gleich dick und alle völlig gleich, vor der S
schwebte, so müfsten solche Ringe um die Sonne ges
werden. Indefs scheint es doch nicht, dafs es der Mühe w
wäre, diese Betrachtung weiter zu verfolgen, theils weil
viel ich einsehe) der Durchgang durch mehrere solche Bläs
eine völlige Mischung der Farben hervorbringen würde,
also die Betrachtung *einer* hohlen Kugel, durch welche die S
ne angesehen würde, hier zu nichts führt, theils weil, w
die um die Sonne gesehenen Höfe vermöge der durchgelass
Strahlen gesehen werden, doch wohl die um den Schatten
Bouguer und Scoresby gesehenen, vermöge der zurückgew
fenen Strahlen erscheinen und folglich die umgekehrte Farb
folge haben müfsten, was aber nicht der Fall war.

Huygens's Theorie bezieht sich nur auf die gröfsern H
und da auch nach T. Mayer's Theorie das Roth an der inn

---

1 Vergl. Priestley's Geschichte der Optik, übers. v. Kl
S. 434.

ges erscheinen muſs, welches bei den groſsen Hö-
st, nicht aber bei den kleinen, so erwähne ich sie
Von WOOD's Theorie[1] will ich die Hauptsache an-
Voraussetzung, daſs die Dunsttheilchen hohle Was-
ind, und daſs die durch die äuſsere Oberfläche die-
hale eindringenden Strahlen an der innern Ober-
irt werden, ehe sie in die Höhlung eindringen, macht
e seiner Theorie aus. Wird der einfallende Strahl Fig.
E gebrochen, in E an der innern Wand der Hülle 102.
urückgeworfen, und nach GO gebrochen, so sieht
durch diesen Strahl ein Bild nach der Richtung OG,
scheinbare Abstand dieses Punctes G von dem un-
ernten leuchtenden Puncte M, = MOG = HDM
= 2.BCE ist, BCE aber für minder gebrochene
ſser ist, so sieht das Auge O das rothe Bild am wei-
ler Sonne entfernt. Wird der Strahl nach dreimali-
n so wie BEGLNP, zum Auge hin gebrochen, so
and doppelt so groſs, und der zweite gleichfarbige
doppelt so weit als der erste von der Sonne abstehen.
obachtungen diesen Abstand nicht genau doppelt so
en, hält WOOD für Beobachtungsfehler, gesteht aber
laſs genaue Beobachtungen erst die Richtigkeit seiner
stätigen müſsten. Den Zweifel, ob denn die so zum
menden Strahlen *wirksame* Strahlen sind, oder ob
aus ganz verschiedenen Richtungen solche Strahlen
ngen können, das Vorglänzen eines bestimmten Punc-
vegfalle, sucht er dadurch zu heben, daſs er bemerkt,
senkrecht auf den Radius einfalle, so sey BE der
ebrochene Strahl, und obgleich zwischen F und E
ffallen können, die durch Zurückwerfung zerstreut
o gelange doch keiner über E hinaus, und der von
kgeworfen ins Auge gelangende bezeichnet also aller-
Grenze, jenseits welcher das Auge kein Licht auf
ise mehr erhält.

D berechnet den Halbmesser des violetten Hofes =
wenn der Halbmesser des rothen = 1° ist. Ich will
umständlichen Bemerkungen über und gegen diese
icht aufhalten. Daſs die nicht strenge doppelte Grö-

[1] m. of the phil. Soc. of Manchester. Vol. III. 1790. p. 336.

ſse des zweiten Hofes in Vergleichung gegen den ersten s
ein bedeutender Einwurf ist, daſs eine dreimalige Reflexio
wo drei Farbenfolgen sichtbar sind, statt finden müſste, und
eine so oft wiederholte Reflexion schwerlich noch ein ke
ches Bild geben könnte, und endlich daſs jene Grenze der S
len wohl nicht Grund genug giebt, um einen so sehr d
chen Ring zu erklären, scheint mir sehr gegen diese, nich
ne Scharfsinn dargestellte Theorie zu zeugen. Ueberdie
die Fraunhofer'sche Theorie ihre Stütze in den übrigen, v
erwähnten Phänomenen, und die Höfe durch angehauchte
lassen sich gewiſs nicht aus Wood's Theorie erklären.

Von den gröſseren Höfen, welche in V bindung mit Nebensonnen und ande Kreisen erscheinen.

Beschreibung der Phänomene.

Die Erscheinungen, welche sich hier zeigen, sind so
nigfaltig, daſs schon die Beschreibung derselben, und die
terscheidung dessen, was wesentlich zu dem Phänomene ge
und was vielleicht nur durch Zufälligkeiten hervorgeht, Schw
rigkeiten hat; — die Erklärung hat noch weit gröſsere, und
der einzelne Umstand läſst sich schwerlich schon jetzt völlig
klären, jedoch reicht die von Venturi am besten durchgefü
Erklärung, die ich noch zu vervollständigen mich bemüht h
schon sehr weit und darf wohl als die der Hauptsache nach r
tige angesehen werden.

Ich fange mit der Beschreibung des Phänomens an, so
es erscheint, wenn es am vollkommensten ist, und lege
Lowitz's[1] Beschreibung des am 29. Juni 1790 in Peters
beobachteten Phänomens zum Grunde. In dieser Vollkom
heit sieht man es nur ungemein selten, doch haben von I
und Kries in Gotha am 12. Mai 1824[2] und Schult, I
steen und Segelke am 27. März 1826 in Norwegen sehr
hiermit übereinstimmende Erscheinungen gesehen[3], auf di

1 Nov. Act. Acad. Petrop. Tom. VIII. p. 384.

2 De Zach Cor. astron. X. 533.

3 Hansteens Magaz. for Naturvid. 1826. 1 Hft. S. 154.

sicht nehmen will, andre Beobachtungen, wo die
mehr oder minder ausgebildet war, erwähne ich

r mit Dünsten, gleich einem Nebel, erfüllten At-
igte sich die in *Petersburg* beobachtete Erschei-
inden lang von $7\frac{1}{2}$ Uhr bis $12\frac{1}{4}$ Uhr, jedoch nicht
vollständig. Die Hauptheile des Phänomens wa-

Ring von ungefähr 22 Grad Halbmesser, welcher
ngiebt. Er zeigt an der inneren Seite Roth und an
Seite ein ins Bläuliche gehendes Weiſs. LOWITZ Fig. 103.
es gewöhnlich einfachen Kreises zwei sich oben
irchschneidende Kreise b d c e, und die Norwegi-
hter sahen sogar drei, welches beides ungewöhnlich
EPINUS Beobachtungen kommen die seitwärts lie-
n, die er als elliptische Bogen ansieht, öfter vor.
eis, welcher die Sonne zum Mittelpuncte hatte,
nfalls farbig erschien. Aus andern Beobachtungen
daſs dieser Kreis reinere Regenbogenfarben zu zei-
ls der erstere, und daſs sein Halbmesser doppelt so
der des erstern. Das Roth ist auch hier der Sonne
3. Ein weiſser, farbenloser horizontaler Kreis
welcher durch die Sonne geht, und den ganzen
giebt. 4. Auf diesem standen bei dem Petersbur-
ene fünf Nebensonnen. Zwei derselben x und y
is auſserhalb des kleinern Ringes, statt daſs man sie
r in dem Durchschnitte dieses Ringes mit dem Ho-
e sieht; sie waren gefärbt und kehren allemal der
othe Seite zu, sie hatten lange glänzende Schweife,
h xξ, yη auf dem Horizontalkreise fort erstreckten;
Bogen x i, y k, die LOWITZ als von ihm ausgehend
, sind sonst wohl nie gesehen worden. 5. Die
isonne oder Gegensonne h stand auf dem Horizon-
: Sonne gerade gegenüber, sie war weiſs und blaſs.
rte und fünfte Nebensonne f und g waren ebenfalls
haben sich auch bei allen über sie vorhandenen Be-

NIUS hat mehrere gesammelt. Opuscula posth. 1703.

obachtungen so gezeigt, sie sind zwar schon ein seltnere der Erscheinung, aber doch manches Mal gesehen worde nach einer ältern Beobachtung scheinen sie da zu stehen, Kreis um die Sonne, von 90 Grad Halbmesser, jenen H talkreis schneidet. 7. Oben am innern Ringe bei d wa lebhafter Glanz, dafs das Auge ihn kaum zu ertragen ver Hier, genau vertical oberhalb der Sonne ist auch der g lich einfache Ring sehr oft viel glänzender, und man si zuweilen einen gegen die Sonne convexen Bogen, der dem Bogen ganz entsprechend scheint, welchen 8. I in ref am untersten Puncte jenes Ringes sah, und de sehr hell und breit, aber von kleinerm Halbmesser, al einen der andern, beschreibt. 9. Am oberen Punct gröfsern Ringes erschien ein Bogen pzq, der convex ge Sonne war. Merkwürdig ist, dafs dieser gegen die Son vexe Bogen mit eben den schönen Regenbogenfarben, w ziemlich oft gesehen wird, wenn auch zzz selbst fehlt, aber auch dann senkrecht über der Sonne in derselben nung steht, die der Ring zzz zu haben pflegt. 10. sah Lowitz zwei Kreisbogen hld und hmd, die du Gegensonne gingen und die er als durch d, den oberen des innern Ringes gehend, zeichnet. Sie waren weifs u blafs, dafs manche Personen sie nicht erkennen konnten witz sagt, sie begegneten einander in der blendenden H d nahe bei der Sonne; da aber Schult sie als durch die selbst gehend zeichnet, so bin ich sehr geneigt, auch bei Lo Beobachtung anzunehmen, dafs sie sich erst in der Sonne durchkreuzt haben würden, wenn das Auge sie deutlich hätte verfolgen können, und deswegen stellt die Figur diese Weise dar. So selten diese Kreise sind, so komm Spuren von ihnen auch bei andern Beobachtern vor, u findet die Angabe, dafs sie sich unter Winkeln von 60 durchkreuzen, was mit Lowitz's Zeichnung und den A der Norwegischen Beobachter, auch mit von Hoff und wohl übereinstimmt. 11. Endlich sah Lowitz noch zwei den Ring berührende Kreise tt, vv, deren Berührungspuncte Zeichnung etwa 60 Grade von dem untern Puncte lagen. Sie an Farbenglanz und an Breite ganz dem Regenbogen. A kommen sehr selten vor; bei den Norwegischen Phän zeichnet Schult sie in etwas anderer Stellung, ich glau

önnen, dafs sie ganz mit den von Lowitz beobach-
nstimmen.

tand das von Lowitz beobachtete Phänomen, wie
lusse bemerkt, aus 12 Bogen, unter denen 9 farbige
lche sämmtlich das Roth der Sonne zukehrten, und
vohl die Behauptung wagen, dafs es wenigstens noch
der Bogen mehr geben könnte, von denen zwei
Gelegenheiten wirklich gesehen worden sind.

ese sehr verwickelte Erscheinung, die, wenn man
en Beobachtungen durchgeht, noch mehr Mannig-
rbietet, zu erklären, will ich mich zuerst zu zeigen
dafs man drei verschiedene Classen von Kreisen un-
mufs, die allem Anschein nach jede eine eigene
ordern; zu diesen kommen noch einige andere Kreise
, die ich in eine vierte Classe bringen will. Es giebt
tlich hier Kreise, die durch die Sonne gehen, zwei-
, die eigentlich Höfe um die Sonne heifsen könn-
Centrum die Sonne ist, drittens Kreise oder viel-
n, die niemals zu vollkommenen Kreisen werden,
Höfe von aufsen berühren. Ueber die vierte Classe
zt noch gar nichts sagen, da die dahin zu rechnen-
mene zum Theil von zufälligen Umständen abhängen
Um die Erscheinungen, die sich bei jeder einzelnen
ng darbieten, richtig zu übersehen, mufs man sie
ugel aufzeichnen, indem die Zeichnung in einer Ebene
nie alle in ihrer richtigen gegenseitigen Lage dar-
n; ein solches Auftragen auf die Kugel hat mir einige
e gegeben, die ich für neu halte.

den Kreisen, die durch die Sonne gehen, ist der
lkreis am öftersten zu sehen, und selbst, wenn er zu
st, um deutlich erkannt zu werden, so deuten doch
ein oft sichtbaren Nebensonnen in der Gegend von b
Daseyn an. Zuweilen ist mit ihm zugleich ein ver-
ch die Sonne gehender Kreis vorhanden, der dann
bei der Sonne selbst (oder beim Monde, in dessen
die Erscheinung leichter gewahr wird), oder in h,
gegenüber, ein aufrechtes weifses Kreuz hervorbringt.
ise hat man schon lange aus zurückgeworfenen Strah-
t, und eben so mufs man, glaube ich, die seltner
den Kreise h l a, h m a, erklären, welche, so viel mir

bekannt, noch nicht erklärt sind. Von diesen ist es merkwürdig, dafs die meisten Zeichnungen ihnen eine Neigung, die man etwa für 60 Grade erkennt, beilegen, und dafs auch namentlich in den Fällen, wo man nur Stücke von ihnen in der Gegend h sah, der Winkel = 60°, bestimmt angegeben ist. Sie sind ebenfalls weifs, und selbst in den Fällen, wo man sie deutlich erkannte, ungemein blass erschienen, gewöhnlich merkt man sie gar nicht. Dafs sie sich nicht in d schneiden, sondern in der Sonne selbst, dafür spricht zuerst die Beobachtung von Lea[1] und von Schult[2], zweitens die Uebereinstimmung mit den übrigen Theilen der Erscheinung, drittens der Umstand, dafs Lowitz in dem hellen Bogen bei d leicht diesen schwachen Schimmer aus den Augen verlieren konnte; er sagt in der Beschreibung blofs, sie hätten sich nahe bei der Sonne durchschnitten, in dem blendenden Glanze bei A.

Ihre Neigung von 60 Graden scheint mir eine wichtige Bestätigung für die Theorie abzugeben, die alles auf Schneekrystalle zurückführt. Ihr farbenloser Glanz, worin sie dem horizontalen, durch die Sonne gehenden Kreise gleichen, läfst auf blofse Spiegelung, ohne Mitwirkung von Brechung des Lichtes schliefsen.

Die eigentlichen Höfe oder Ringe, deren Mittelpunct die Sonne ist, scheinen ebenso wieder auf eine gleichmäfsige Weise erklärt werden zu müssen. Der innerste, in 22 Grad Abstand von der Sonne, der zweite in 44 Gr. Abstand von der Sonne, sind oft gesehen worden; ein dritter, 90 Grade von der Sonne, ist nur einmal von Hevelius gesehen worden, sehr matt und ohne Farben; aber die Nebensonnen f und g scheinen darauf hinzudeuten, dafs er öfter in sehr schwachem Lichte vorhanden seyn mag, allein nur da kenntlich wird, wo er sich mit dem Lichte des Horizontalkreises vereinigt oder wo er stärkeres Licht darbieten kann. Diese Kreise müssen wohl alle auf eine ähnliche Weise erklärt werden, doch bietet das farbenlose Licht der Nebensonne f, g, dabei eine Schwierigkeit dar.

Am verwickeltsten wird das Phänomen durch die Berührungskreise, die an beiden innern Höfen sich zeigen. Fast immer, wenn man auch nur den einfachen ersten Ring sieht

1 Poggend. VII. 530.
2 Hansteen's Magazin 1826. I. 154.

ı gerade über der Sonne bei d heller, als weiter her-
ıd nicht ganz selten zeigt sich hier ein eben solcher
Kreisbogen, wie er in der Zeichnung an dem un-
dieses Hofes bei e ist. Und ebenso, vertical über
findet man einen berührenden Bogen am zwei-
Diese berührenden Bogen haben eben die Far-
lie von ihnen berührten Höfe und zwar auch, so
das Roth der Sonne am nächsten. Dafs sie alle durch
tel hervorgebracht werden, ist offenbar. Viele Be-
n geben das Zenith als Mittelpunct von p z q an,
ist wohl nur zufällig, und leitet irre, da offenbar
entstehen mufs, und gewifs nicht seinen Mittel-
enith hat.

ganz diesen Berührungskreisen ähnlich scheinen mir
ie Bogen t t und v v, ja vermuthlich auch x i, y k.
n. Es ist nämlich höchst merkwürdig, dafs die Bo-
, ihre Berührungspuncte gerade um 60 Grade vom
ıcte des zweiten Ringes entfernt hatten, und dafs sie
wir unsere, nach Lowitz dargestellte Zeichnung
ıgelfläche auftragen, genau eben die Lage gegen h l a,
ı, welche ein im tiefsten Puncte an den zweiten Ring
r Kreis gegen h f z a g h, haben würde. Die unter
egen einander geneigten Theile der Schneekrystalle
s also ebenso zu der Erklärung dieser Kreisbogen
p z q zu findenden leiten, wie sie h l a, h m a auf die
des Horizontalkreises zurückführen.

auch die Bogen x i, y k, scheinen mir am innern
z eben das zu seyn. Lowitz zeichnet sie freilich
ei i, k, schneidend, aber da k und i gerade auch 60
n untern Puncte liegen und die Form des nicht sehr
gens wohl nicht so strenge erkannt werden konnte,
h die Vermuthung, dafs auch sie zu den Berührungs-
ehörten. Das Verschwinden der Nebensonnen x, y,
ıen Grund für diese Vermuthung.

ı Einwurf gegen diese Zusammenordnung scheint die
ıng von Schult zu enthalten. Die so selten vorkom-
nicht in den höchsten und tiefsten Puncten der Höfe
len Kreise sind hier, als den weifsen Horizontalkreis
en berührend, gezeichnet, und man geräth zuerst in
ob dieses nicht ein ganz neuer Theil des Phänomens

sey. Aber wenn man für 32 Grade Sonnenhöhe das ganze nomen auf die Kugel zeichnet, so sieht man, dafs der welcher 90 Grade von der Sonne den Horizontalkreis be ganz wohl eben derselbe seyn konnte, welcher 60 Grad niedrigsten Puncte den zweiten Ring berührte, und da S den zweiten Ring damals gar nicht erkannte, so konnte seiner Zeichnung das nicht andeuten, was ohne Zweife gefunden hätte, wenn nicht der zweite Ring zufällig so sc an Licht gewesen wäre, nämlich eine gleichzeitige Ber beider Kreise.

Diese Uebersicht giebt, wie ich hoffe, wenigster etwas klarere Anleitung zu Feststellung derjenigen Punct bei der Erklärung müssen ins Auge gefafst werden.

Meinungen über die Ursache dies Erscheinungen.

Cartesius schreibt den Eissternchen, die in den W vorhanden sind, die Entstehung der Höfe und Nebensonn Diese Sternchen sind in der Mitte dicker als an den Seiten je dicker sie sind, desto gröfser zeigt sich der Durchmesse Höfe. Der Brechung des auf sie fallenden Lichtes schrei die Entstehung der leuchtenden Kreise zu, giebt aber k Grund an, warum gerade von einer bestimmten Gegend S len genug zu uns gelangen. Nachher nimmt er eine kuge mige Wolke an, die von einem warmen Südwinde und k Nordwinde, welche zugleich wehen, gebildet wird, an Südseite die zerschmelzenden und wieder gefrierenden Sc theilchen gleichsam einen Ring aus ununterbrochenem durch tigem Eise hervorbringen, der gegen die Sonnenseite dick „*Quibus positis facile intelligitur*,“ (allerdings, wenn Hypothesen annimmt, die ganz unglaublich sind, so e endlich leicht!), dafs die dieses Eis erhellenden Sonnenst auf den Schnee der Wolke zurückspringen und uns die einen grofsen weifsen Kreis zeigen. Wie da die einzelne bensonnen entstehen, will ich hier nicht weiter angeben. die Ringe um die Sonne zu erklären, bedarf er aufser der unterbrochenen Eise noch kleinerer Eisstücke, die oberhal unterhalb vorkommen. Dafs die Nebensonnen im Durchsc puncte des Hofes und Horizontalkreises lagen, sey nur z

;t worden, Beobachter an etwas entfernteren Orten wifs nicht so gesehn[1].

ns gab[2] eine unstreitig weit bessere Theorie der ebensonnen an, die selbst Newton mit Beifall an- sich innerhalb des innern Hofes der Himmel etwas ;t, so glaubte er annehmen zu müssen, die dort .örper liefsen das Licht nicht so gut durch, und die- ihn zu der Ueberzeugung, es müfsten solche Höfe wenn runde Körper innen aus einem minder durch- :hneekerne bestehend, aufsen mit Wasser umgeben, Luft befänden. Diese möchten wohl klein, wie , seyn, und könnten dann leicht in der Luft schwe- en werden: hier läfst sich nun allerdings leicht zei- ei bestimmtem Verhältnisse der Halbmesser des un- ;en Kerns und der durchsichtigen Schicht, Höfe inter Gröfse erscheinen müfsten. Hugenius findet ogleich zu erwähnenden geometrischen Gründen, dafs nesser der innern Kugel =0,48 des ganzen Durch- yn müsse, um einen Hof von 22,5 Graden Halbmes- =0,68 um einen Hof von 45 Gr. Halbmesser hervor-

Was die Nebensonnen betrifft, so legt er dabei n und Cartesius unter dem Namen des römischen Phä- schriebene Phänomen der Nebensonnen zum Grunde, den concentrischen Ringe um die Sonne, der durch gehende Horizontalkreis und auf diesem vier Neben- wei in 22 bis 23 Gr. Entfernung von der Sonne, zwei on der Sonne (die mit f, g, bezeichneten), beobachtet ie längliche Form der Schneenadeln, die man oft wahr- eranlafste ihn, zur Erklärung des weifsen Horizon- Eiscylinder anzunehmen, die, mit ihrer Axe vertical d, das Sonnenlicht, wie verticale Spiegel zurückwer- einen hellen horizontalen Ring darstellen. Auch diese haben, glaubt er, um die Axe herum einen undurch- Kern, der durch Aufthauen an der Sonne mit einer tigen Wasserschicht umgeben ist, oder auch, wenn

---

tesii meteora. Cap. IX. §. 4 und Cap. X.

sertatio de coronis et parheliis in d. opusc. posth. Lug- 1703.

dieses den schneeigen Kern umgebende Wasser wieder
eine durchsichtige Eishülle erhält; und durch die Brec
dieser durchsichtigen Hülle kommen Lichtstrahlen au
gewissen Abstande von der Sonne zum Auge, wodu
dann die zwei der Sonne nächsten Nebensonnen darstell
GENTIUS berechnet regelmäſsig, wo diese Nebensonne
müssen, wenn das Verhältniſs der Halbmesser des undu
tigen Cylinders und der durchsichtigen Schicht ein g
ist, und wie die Entfernung von der Sonne mit der
Sonne über dem Horizonte zunimmt, und findet allerd
Uebereinstimmung mit den Beobachtungen. Eine Schw
findet HUYGENS in der Frage, warum denn der innere
die Sonne allemal durch die Nebensonne gehe. Diese
rigkeit hätte er vielleicht ganz als unbedeutend angeseh
er gewuſst hätte, was spätere Beobachtungen ergeben,
Nebensonnen wirklich auſserhalb des Ringes erscheinen
aber er giebt einen nicht unpassenden Grund an, wa
Ring sich in eben dem Maſse vergröſsere, wie bei zu
der Sonnenhöhe der Abstand der Nebensonnen von der
Sonne zunimmt. Da man nämlich sehr natürlich auf
danken geräth, daſs die Cylinder sich in eine sphärisc
dete Fläche, statt der ebnen Grundfläche endigen mü
läſst sich leicht übersehn, daſs die mit einer solchen H
gebenen undurchsichtigen Cylinder, selbst wenn sie
schweben, da, wo sie uns oberhalb der Sonne er
durch ihren obern kugelförmigen Theil, da, wo sie un
halb der Sonne liegen, durch ihren untern kugelförmig
uns die Lichtstrahlen ebenso zusenden, wie es kuge
Körner thun würden, und daſs die horizontal neben d
liegenden uns das Licht nach den für den Cylinder au
neten Gesetzen zusenden; die Gegend des am Ende zu
ten Cylinders aber, welcher den Uebergang von der
schen Fläche zur sphärischen bildet, muſs offenbar geeig
die nach der horizontalen Richtung etwas ausgedehn
des Ringes hervorzubringen. — Man übersieht, daſs
diese Weise sogar ein doppelter erster Hof erklärt,
AEPINUS Bemerkung so oft vorkommt[1], nämlich ein kr
ger in etwa 22 Gr. Abstand von der Sonne, und ein ell

1 Nov. Comm. acad. Petrop. VIII. 392.

ben und unten berührt, aber in horizontaler Rich-
eiter, nämlich bis dahin ausdehnt, wo die Neben-
eint. Die beiden Nebensonnen endlich, die man
n mehr als 90 Grade von der Sonne entfernt sieht,
ENIUS ganz nach der Theorie des Regenbogens. Auch
ndern kann, wenn auch der undurchsichtige Theil
hindert, ein zuerst gebrochen eintretender Licht-
r Stelle, wo er austreten sollte, reflectirt und dann
ein gebrochen werden, und eben die Regeln, nach
Halbmesser des Regenbogens berechnet wird, kom-
hier zur Berechnung des Abstands der Nebensonne
ne in Anwendung. Dieser Abstand wächst mit der
kann aber nie, selbst wenn die Sonne im Hori-
, weniger als 138 Grade betragen. Dieser Abstand
rdings zu groſs; aber HUGENIUS, der nur wenige
gen vor sich hatte, beruhigte sich mit der Auskunft,
stanz wohl nicht genau genug beobachtet sey. Auch
n Umstand, worin diese Erklärung von der Beobach-
cht, bemerkt er, nämlich, daſs diese Nebensonne
einen sollte, in der Beobachtung jedoch als weiſs
werde; aber auch hier begnügt er sich, dieses aus
he ihres Lichtes zu erklären, welche nicht gestatte,
zu unterscheiden. Er führt dabei auch eine alte Be-
an, die eben diese Nebensonne roth angebe; aber die
obachtungen geben ihnen sämmtlich einen weiſsen

onvexen Bogen, welche die Höfe in ihren höchsten
rühren, glaubt HUGENIUS aus horizontal schwebenden
erklären zu können. So wie nämlich für einen nie-
nd der Sonne die verticalen Cylinder genau in der
, welche dem Halbmesser des einen oder andern
mäſs ist, Nebensonnen hervorbringen, so bringen auch
ntalen Cylinder, wenn sie ihre Axen senkrecht gegen
enstrahl haben, genau ebenso Nebensonnen vertical
unter der Sonne hervor. Schweben aber horizon-
der etwas von der durch die Sonne gehenden Vertical-
tfernt, so zeigen sich Farbenbilder in ihnen, die wei-
r Sonne abstehen, und diese sind es, die, an einander
jene Bogen bilden. HUYGENS hat mit der schönen
ischen Vollständigkeit, die ihm überall eigen ist, die

Bogen untersucht, die so entstehen müssen; und findet, d
nur nahe um den Berührungspunct Kreisbogen ähnlich
können, die ihre convexe Seite gegen die Sonne kehren
die allerdings statt findende Unvollkommenheit der Be
tungen läfst ihn ungewifs, ob dieses Resultat der Theori
etwa nur darum den Beobachtern entgangen sey, weil d
ferntern Theile dieser Bogen matter erscheinen.

Diese Erklärung ist so vollständig, dafs man es de
sikern nicht verdenken kann, dafs sie lange Zeit sie als d
tige ansahen, und darüber den sehr passenden Gedank
RIOTTE's, dafs es Prismen wären, die hier das Licht l
ganz in Vergessenheit kommen liefsen. Doch ehe ich v
ser Erklärung des MARIOTTE rede, will ich die w
Einwürfe gegen HUYGENS's Theorie und MAYER's ganz i
Erklärung angeben.

Die Einwürfe sind von doppelter Art. Erstlich l
es oft bezweifelt, dafs Eispartikelchen in der Luft wär
der Zeit, da die gröfsern Höfe sich zeigen; denn da m
auch im Sommer selbst in unsern Gegenden sieht, und d
der schönsten und vollkommensten Erscheinungen sich i
mer bei hohem Stande der Sonne gezeigt haben, so s
nicht glaublich, dafs Eis hier mitwirke, wenn gleich si
leugnen liefs, dafs die Nebensonnen besonders den nör
Gegenden eigen sind. Aber da alle Versuche, aus blofse
sten, denen man doch die Kugelform beilegen müfste,
scheinungen zu erklären, fehlgeschlagen sind, so hat m
immer wieder genöthigt gesehn, auf Eisnadeln zurück
men. Zweitens ist es allerdings ein wichtiger Einwurf
HUGENIUS, dafs nach seiner Theorie das Verhältnifs zw
dem Durchmesser des undurchsichtigen Kernes und dem
messer der Wasserhülle oder der durchsichtigen Eishü
immer gleiches seyn mufs. Mag auch, wie die Beobac
allenfalls es anzunehmen gestatten, der Halbmesser de
Hofes von 21 bis 24 Graden variiren, so geht er doch
gewifs nie hinaus, und es müfste gewöhnlich zwei Art
cher Cylinder oder Kugeln geben, um die zwei Höfe zu
und aufserdem keine mit mehr oder weniger durchsichtige
ser oder Eise umgebene Körper. Die Gröfse der Hal
beider Ringe, die doch sehr nahe in immer gleicher Gröf
derkehren, erscheint hier ganz als zufällig, was sie gewifs i

m Einwurfe, dafs die Höfe so oft an warmen Tagen zu begegnen, führte Mayer eine der Huygens'-ometrischer Hinsicht sehr ähnliche. Theorie aus, die jener sich dadurch unterscheidet, dafs sie mit der hrscheinlichen Bemerkung anfängt, dafs wohl die ie wir uns als inwendig hohle Wasserkugeln zu den-, diese in der Mitte minder durchsichtige Kugeln en. Allerdings ist es andern Erfahrungen gemäfs, n, dafs der Lichtstrahl da die Wasserkugel leichter :hwächter durchdringe, wo er, in die Wasserhülle l, nicht durch den inneren, leeren Raum zu gehen enn ein Strahl, der in die Wasserhülle eintritt, dann len Raum, wieder in die Wasserhülle und endlich gelangt, erleidet vier Zurückwerfungen, statt dafs e Wasserhülle durchlaufende Strahl nur durch zwei ungen geschwächt wird.

venn solche in der Mitte minder durchsichtige oder chsichtige Kugeln vor der Sonne schweben und l m den ıtigen Theil bedeutet, so sieht ein Auge B welches Fig. 104. Brennpuncte A steht, die Sonne, welche wir hier unct ansehn, nicht; denn alle neben dem undurch-kerne vorbeigehenden Strahlen, wie S a b A C ge-t nach B. Ein Auge in c dagegen würde, vermöge fallenden, in b ausfallenden Strahlen, Sonnenlicht :htung b c her empfangen, oder in dieser Richtung ıes Sonnenbild sehn. Da alle durch die durchsichtigen ehenden Strahlen auf den zwischen C und D liegen-'allen, C also die beiden äufsersten Strahlen aus den ıder liegenden Kugeln a d e b, a′ d′ e′ b′, empfängt, mit e D parallel ist, so stellt e′ C n die Breite des ıt sendenden Raumes, dagegen b C S′ den scheinbaren ; innern Randes vom leuchtenden Puncte, vor.

as so eben in Beziehung auf Kugeln, die nach einer ı, Gesagte, Anwendung auf alle Richtungen rund ıchtenden Punct findet, dafs also ein heller Ring, inbarer Halbmesser = S′ C b′ ist, um den leuchten-entsteht, ist klar. Ebenso einleuchtend ist es, dafs ıicht der Brennpunct A der Kugel näher liegt, also ing entfernter von der Sonne erscheinen mufs, als und dieses ist der Erfahrung gemäfs. Aber auch

das ist klar, daſs wenn auch der leuchtende Körper fast ein Punct erschiene, dennoch diese Ringe, wenn sie ... ſsem Lichte entstände, keine reinen Farben zeigen ... daſs zwar das äuſserste Roth am einen, das äuſserste ... am andern Rande hervortreten, in der Mitte aber alle ... sich vermischen würden, und dieses desto mehr, je die ... durchsichtige Hülle ist.

Hieran knüpft sich eine andere Betrachtung. We... Strahl S a so auffällt, daſs er um den Bogen $ag = \varphi$ v... durch den Mittelpunct gehenden Strahle entfernt ist, s... er, wenn m das Brechungsverhältniſs ausdrückt, so ein Sin. G a b' = m. Sin. φ ist, und weil beim Ausfallen G...

G a b, und Sin. G b c $= \frac{1}{m}$ Sin. G a b = Sin. φ, G b c ...

... φ ist, so ist S'' c b $= \psi =$ G A b $= \varphi$ — A G b = (2 . G a b — φ) = 2 (φ — G a b). Dieser Winkel w... die Brechung im Wasser, wenn $\varphi = 45°$ ist, für ... Strahlen = $26\frac{1}{4}$ Gr., für rothe Strahlen = $25\frac{3}{4}$ Gr. und ... von der Sonne würde, wie Newton und Mayer ... eine Wasserkugel den hellsten Glanz zeigen; m müſste ... seyn, wenn jener Abstand = $22\frac{1}{2}$ Gr. betragen sollte ... diese Abweichung von der Erfahrung ist nicht die wi... sondern als viel wichtigerer Einwurf steht dieser Maye... Theorie das entgegen, daſs der Ring nicht so deutlich v... zend vor dem innern Raume sich zeigen könnte, wenn der innere Theil der Kugel undurchsichtig wäre, und d... zu Darstellung immer gleicher Höfe nöthige Verhältn... Dicke der Wasserschicht zum Halbmesser der Kugel vi... bei Dunstbläschen so statt finden könnte, wie es, un... Ring darzustellen, nöthig ist, aber doch schwerlich i... verschiedenen Arten von Dunstblächen so, daſs es zw... von einander entfernte Ringe hervorbringen könnte[1].

---

1 In Beziehung auf die Berechnung jenes Winkels von den muſs ich noch eine Bemerkung beifügen. Den Grund, für $\varphi = 45°$ das Licht stärker als für jeden andern Werth ... werde, setzt Mayer, der hierin Newton folgt, darin, daſs die Menge des auf den Bogen a d fallenden Lichtes dem Co... Winkels φ proportional ist, zweitens aber die Zerstreuung de... len dem Sin. φ. proportional sey; darnach sey für das Au... die Intensität des Lichtes dem Producte Sin. φ. Cos. φ. prop...

fügt noch eine Erklärung derjenigen Höfe hinzu, Roth aufsen haben, und glaubt, dafs sie aus Strah- n, die im Innern zweimal reflectirt werden; aber ng, dafs ein so sehr geschwächtes Licht hinreiche, Höfe zu zeigen, läfst sich wohl nicht gut annehmen. er sogleich die Bemühungen derer an einander zu che in den Dunstbläschen eine Erklärung zu finden fste ich eine von mir früher angestellte Untersuchung welche Brechungskraft das Fluidum im innern Raume gel besitzen müfste, um nach eben den Gesetzen, ssertropfen beim Regenbogen, einen farbigen Kreis albmesser des innern Hofes hervorzubringen [1], aber

: 45° am gröfsesten. Hiergegen scheint mir ein Haupt- zu seyn, dafs darnach für die bei g einfallenden Strah- sität = 0 würde, selbst wenn die Kugel durchsichtig ist. Betrachtung, ob irgendwo das Licht am stärksten werde, tellen, müfste man, dünkt mich, fragen: Wenn allemal Theil $= d\varphi$ des Kreises g d b dem auffallenden Lichte t, der übrige aber verdeckt wäre, wie grofs würde dann ung in B, wenn $g\gamma$ dem Lichte offen ist, und die in a d dem Lichte offen ist. Es läfst sich leicht übersehen, Fig. 105.
e Wasserkugel $\delta\varepsilon = \frac{1}{2}\, g\gamma$, also $B\beta = \frac{1}{2}.\gamma g.\ \frac{AB}{A\delta}$, oder r, und $\frac{g\gamma}{r} = d\varphi$ ist, $B\beta = AB.\ d\varphi$, also die Erleuch- $= \frac{r}{AB}$, wenn in $g\gamma$ auf dem Bogen $r\,d\varphi$ die Erleuchtung Venn man nun nach dem Vorigen $SAb = 2\varphi - 2\sigma$ findet asser $\text{Sin.}\ \sigma = \frac{3}{4}\ \text{Sin.}\ \varphi$ setzt, so wäre $CAD = d.\ SAb$ $- 2.\ d\sigma$ und

$$CD = AB.\ d.\ \text{Tang.}\ SAb.$$
$$= AB.\ d.\ \text{Tang.}\ (2\varphi - 2\sigma),$$

uf a d nur die Lichtmenge $r\,d\varphi\ \text{Cos.}\ \varphi$ fällt, die Intensität

$$\text{htung} = \frac{r\ \text{Cos.}\ \varphi.\ d\varphi}{CD}$$
$$= \frac{r\,d\varphi\ \text{Cos.}\ \varphi}{AB.\ d.\ \text{Tang.}\ (2\varphi - 2\sigma)}$$
$$= \frac{r}{AB} \cdot \frac{\text{Cos.}\ \varphi\ .\ \text{Cos.}^2\ (2\varphi - 2\sigma)}{2 - \frac{3}{2} \cdot \frac{\text{Cos.}\ \varphi}{\text{Cos.}\ \sigma}}.$$

ebt für $\varphi = 45°$, $\sigma = 32°\ 1'\ 40''$; $2\varphi - 2\sigma = 25°$ enen Werth $= \frac{r}{AB}.\ 0{,}7634$; kleiner als für $\varphi = 0$.

lb. XL. 414.

da ich nachher eine bessere Erklärung zu geben hoffe, s
es überflüssig, dabei zu verweilen. Dagegen muſs ic
FRAUNHOFER's Beurtheilung mehrerer allenfalls möglich
nender Erklärungs-Arten anführen. Darunter hat fo
wenn gleich auch sie sich als unrichtig zeigt, doch viel
bares.

FRAUNHOFER bemerkt, daſs diejenigen Strahlen,
bei einem hohlen Wasserkügelchen an der innern Ob
der dünnen Wasserschicht theilweise zurückgeworfen
eben nichts merkwürdiges darbieten; aber der Fall, da de
wegen zu bedeutender Gröſse des Einfallswinkels gar nic
in das dünnere Medium der innern Höhlung eintrete,
mehr Aufmerksamkeit zu verdienen. Die Betrachtung ü
sen Fall, die mit WOOD's Betrachtungen über die kleine
einige Aehnlichkeit hat, mag als letzter Versuch, ob s
Höfe aus bloſsen Dunstbläschen erklären lassen, hier ste

Fig. 106. Es sey $C\alpha = r$, der äuſsere, $CF = \varrho$ der innen
messer der hohlen Wasserkugel. Ein Lichtstrahl Sa
auf, daſs der Einfallswinkel $\alpha C a = \varphi$ ist; er werde
gebrochen und es sey $\text{Sin. } Cab = m \text{ Sin. } \varphi$. Da C
$Cb = \varrho$, so ist $\text{Sin. } Cba = \frac{m r . \text{Sin. } \varphi}{\varrho}$, und für den gebro
Strahl $\text{Sin. } Cbc = \frac{1}{m} \cdot \frac{m r \text{Sin. } \varphi}{\varrho} = \frac{r}{\varrho} \text{ Sin. } \varphi$. Beka
kann aber der Strahl bei b nicht in das dünnere M
übergehen, wenn $\frac{r}{\varrho}$ Sin. φ gröſser als 1 ist, sondern dan
die Brechung in gänzliche Zurückwerfung über, und Si
$\frac{\varrho}{r}$ ist die Grenze, wo diese einzutreten anfängt. Da
Sin. $Cba = m$ und der zurückgeworfene und dann geb
Strahl dO macht mit aS einen Winkel, welcher dop
groſs ist, als der, welchen Sa mit Cb macht, oder
$2. S'Cb = 2(\varphi + 180° - Cab - Cba)$. Da hier m u
$\frac{3}{4}$ ist, so würde $\frac{\varrho}{r}$ ungefähr zwischen 0,98 und 0,97 liege
sen, damit das so entstehende Sonnenbild 22 Grade v
Sonne entfernt erscheine; das violette Sonnenbild würd
fähr $\frac{1}{4}$ Grad vom rothen entfernt liegen, oder der roth

er Sonne näher seyn. Dieses würde der Beobach-
ife entsprechen; aber die Höfe sind gerade an ihrer
mit einem sehr scharfkenntlichen Rande abgeschnit-
weiter gegen die Sonne liegende Raum ist dunkler,
e Zurückwerfung der Strahlen auf die eben betrach-
einen solchen dunkeln Raum nicht giebt. Denn
die unter dem eben berechneten Winkel einfallenden
erden reflectirt, sondern alle die, bei welchen φ
gröfsern Werth hat, und diese gelangen in Richtun-
uge, die noch weniger von der Richtung gegen die
ntfernt sind.

ermuthnng, dafs vielleicht andere Strahlen, zum Bei-
welche unter einem andern Winkel auffallend, den
ılen Raum durchdringen, und an der Rückseite zu-
en werden, irgend einen lebhafter glänzenden Ring
gen könnten, läfst sich auch nicht gebrauchen, da
e kein Maximum statt findet, und daher der auf ein-
ende Unterschied der Lichtstärke, wodurch der in-
des Ringes sich so deutlich von der umschlossenen
che verschieden zeigt, gar nicht erklärt werden kann.
heint also kein Mittel übrig zu bleiben, um die Höfe,
Sonne zu ihrem Mittelpuncte haben, aus den bläs-
gen Dünsten zu erklären, und da Wasserkugeln eben
zur Erklärung der mannigfaltigen Phänomene führen
so sind wir genöthigt, wieder zu der Betrachtung der
zurück zu kehren.

eziehung auf diese hat schon Mariotte einen sehr
en Gedanken gehabt, der nur deswegen weniger be-
rden ist, weil Hugenius durch seine, mit so grofsem
ne durchgeführte Theorie, die in einigen auffallenden
ten genau mit der Erfahrung übereinstimmte, die Mei-
ler Physiker für sich gewann, und dagegen die weni-
geführte Theorie des Mariotte nicht so sorgfältig ge-
rde, als sie verdiente. Mariotte bemerkte nämlich [1],
ternförmigen Schneeflocken aus dreiseitigen, gleichsei-
smen zusammengesetzt wären; er betrachtete die beim
h anhängenden Nadeln mit dem Mikroskope und fand

aité des couleurs in d. Oeuvres I. 272. Cassini erklärte
liese Theorie Mém. de Paris X. 234.

an ihnen drei gleiche Facetten; er nahm daher an, dafs in der Luft schwebende Eisprismen das Phänomen de hervorbrächten, und fand mit Recht in dem Halbmesser Höfe eine Bestätigung dieser Meinung, indem er zeigte es auch unter den verschiedenen Stellungen des gegen de nenstrahl senkrechten Prisma's nur *eine* gebe, bei welch parallel einfallenden Strahlen auch wieder parallel au oder wo die Zerstreuung derselben so wenig betrage, daf Strahlen als wirksame Strahlen anzusehen sind. Da nu wirksamen Strahlen bei dem Durchgange durch ein Ei oder Wasserprisma gerade so gebrochen werden, dafs dem ungebrochenen Sonnenstrahle einen Winkel von 1 23° machen, welches dem so oft beobachteten Halbmes ersten Ringes fast genau gleich ist, so schliefst er sehr dafs man hierin eine Erklärung der Erscheinung dies ges finde.

Eben diesen Gedanken, dafs die Brechung in drei Eisnadeln die Höfe und Nebensonnen hervorbringe, ha TURI vollständiger ausgeführt, und einen grofsen Theil d scheinungen daraus sehr glücklich erklärt[1]. Auf seine komme ich nachher zurück.

FRAUNHOFER hat[2], ohne, wie es scheint, VENTUR beit zu kennen, ebenfalls den Gedanken, dafs Eisprismen Phänomene hervorbringen könnten, verfolgt und seine An barkeit gezeigt. Er bleibt aber nicht mit der Einfachhei Gleichmäfsigkeit bei diesen Prismen stehen, wie VENTURI, dern, während er den ersten Ring oder Hof um die Sonne so, wie VENTURI erklärt, leitet er für den grofsen dur Sonne gehenden Horizontalkreis die Erklärung aus der Be des Lichtes her. Wenn man, sagt er, eine Glastafel mit zu weichem Fette so bestreicht, dafs man immer nach ben Richtung streicht, so erhält man auf dem Glase zi genau parallele, mit Fett bedeckte Linien, zwischen den Glas frei von Fett ist; diese Linien sind in ungleichen I nungen von einander und zeigen daher, beim Durchlass Lichtes die Phänomene, die sich bei Gittern deren Zwi

1 Commentarj sopra la storia e le teorie dell' ottica. Bologna. 1814.

2 Schumacher's astronom. Abh. 3 Hft. S. 73.

ich sind, darstellen. Die Farbenspectra, die man welche aus parallelen gleich weit von einander entzr bestehen, erhält, sind desto gröfser und desto lem leuchtenden Körper entfernt, je kleiner die Ent-Mitte je zweier der Fäden ist, woraus sie bestehen. Entfernungen nun ungleich, so fallen die ungleichen verschiedenen Spectra auf einander, und man sieht, benfolge nur einen lichten Streif von weifser Farbe. f sieht man daher auch, wenn man durch jenes mit berzogene Glas nach einem Lichte sieht, und zwar tung des nach beiden Seiten gehenden Lichtstreifens wenn jene Fettlinien die verticale Richtung haben :r sucht nun nachzuweisen, dafs die in der Luft n Körperchen, Eispartikeln zum Beispiel, ungefähr en müssen, als lägen sie in verticalen Linien, und der Fall ist, so könnte also durch das von ihnen largestellte Gitter jener horizontale Lichtkreis erschei-er Erklärung glaube ich meine Zustimmung nicht ge-nen; denn erstlich bleibt mir der Grund, warum sie rizontal zu uns kommenden Strahl ungefähr so liegen, ie in verticalen Linien, dunkel. Zweitens scheint Erklärung auch für den verticalen Lichtstreifen, den ilen beobachtet, gelten zu sollen, aber Fraunhofer int zuzugeben, wenn das Phänomen nach verticaler statt finde, könne es nicht zugleich in horizontaler bemerkt werden [1], und doch hat man nicht selten den Lichtstreifen mit dem horizontalen zugleich gesehen; ebt die Venturi'sche Erklärung mit der Vervollständi-ich ihr hinzufügen werde, Aufschlufs auch über die rch die Sonne gehenden weifsen Kreise. Die hori-en der Sonne in 22 Graden Entfernung stehenden Ne-n mit ihren Schweifen, erklärt Fraunhofer aus der in Eisprismen fast so wie Venturi.

zweiten Hof erklärt Fraunhofer mit Hülfe der End-lie man wohl mit Recht jenen Eisprismen beilegen mufs. h nämlich aus den dreiseitigen Prismen durch Zusam-ng sechseckige gebildet, und endigen diese sich in ge Pyramiden, deren an der Spitze einander gegen

---

81. unten.

über liegende Seitenflächen einen Winkel von 88 Grad einander bilden, so geben die durch solche zwei Seiten eindringenden und ausfahrenden Lichtstrahlen einen Ring 45 Graden Halbmesser. Wegen der Kleinheit der Flächen ses Pyramiden ist dieser zweite Ring schwächer als der und das um so mehr, da auch bei grösserem Brechungs die Intensität des Lichtes geringer ist. Diese Betrachtung aus dem Folgenden noch deutlicher wird, ist ganz richtig dafs scheinen doch in den dreiseitigen Prismen selbst noch len hervorzugehen, die zur Bildung dieses Ringes mitwir

Wie Fraunhofer sich die Entstehung der Berührung erklärt, will ich später da anführen, wo ich von diesen werde, weil allerdings einige Verstärkung derselben auf diese Weise hervorgehen kann, obgleich es mir nicht dafs allein aus dem, was Fraunhofer angiebt, ein so ter Farbenbogen entstehen könnte.

Erklärung der Erscheinungen.

Da die ganze folgende Theorie dieser Phänomene Voraussetzung beruht, dafs zu der Zeit, wo man sie tet, prismatische Eisnadeln in der Luft schweben, so bei der Frage nach der Wahrscheinlichkeit dieser Behaup was länger verweilen.

Man hat schon seit alter Zeit die Bemerkung gemacht, diese Phänomene sich im Winter und in kalten Gegenden häufigsten zeigen, und hierin einen Grund gefunden, sie in der Luft schwebenden Eistheilchen zuzuschreiben. Eistheilchen sind im Winter selbst bei heiterm Himmel handen, und Venturi führt aus Marten's Reise[1] an, zuweilen ein Reif in Form kleiner Schneenadeln ins Meer und dafs man diese am besten dann gewahr wurde, wenn Sonnenstrahlen neben einem schattigen Orte vorbeigingen, dem diese Eispartikeln dann, wie Brillanten glänzend, deutlich wahrnehmen liefsen, so wie wir ja auch die Sonnenstäubchen zuweilen das Licht lebhaft reflectiren sehen. selbst habe solche Schneenadeln zuweilen bei heiterm Hi in der Luft schweben gesehen, und ihr zurückgeworfenes

---

1 Voyage au Nord. Vol. II.

ie öfters mit einem sehr gelinden Luftzuge so fort-
ıeinen, daſs ihre Längendimension horizontal ist,
ıtlichsten, wenn sie sich in dem Verticalkreise der
den. In dieser Gegend sieht man sie freilich auch
quemsten, weil man neben der verticalen Wand ei-
ım besten das Auge in Schatten halten, und die un-
e vorbeiziehenden, nur sehr wenig aus dem Verti-
r Sonne heraustretenden Schneenadeln beobachten
olchen Zeiten sind diese Schneenadeln oft so spar-
len, daſs man die, welche dem Auge noch einzeln
ben, also in einem sehr begrenzten Gesichtskreise
zählen zu können glaubt, aber dennoch kann der
ırückwerfung oder Brechung des Lichtes hervorge-
z gar wohl uns helle Ringe u. s. w. zeigen, da in
Linie vom Auge bis zur Wolkenregion eine hinrei-
l dieser Krystalle vorhanden seyn kann.
ichtige Einwurf, daſs wir auch im Sommer Neben-
Höfe um Sonne und Mond sehen, und daſs sich uns
Eisnadeln dann doch gewiſs nichts zeigt, muſs wohl
twortet werden, daſs in den ungemein hohen Gegen-
las Phänomen der Nebensonnen seinen Ursprung hat,
len Jahreszeiten und vielleicht in allen Klimaten sich
snadeln erzeugen können, und daſs diese im Herab-
allein längst aufgethaut, sondern sogar auch verdun-
rerden, ehe sie noch die tiefern Gegenden der Atmo-
ichen.
sehr häufig diese Erscheinungen in den nördlichen Ge-
ıd, zeigen Aepinus Beobachtungen, der 1758 in fünf
ıechs und zwanzig Erscheinungen von Höfen aufge-
und auſserdem noch einige gesehen hatte, die ihm
erkwürdig schienen[1], und ebenso Braun's Beobach-
Sibirien[2], wo die Nebensonnen sehr oft vorkommen.
rzählt sogar, daſs er an der Hudsonsbay die Neben-
st täglich mit der Sonne aufgehen, und sie den gan-
ıegleiten sah. Die oberhalb der Sonne liegenden Thei-
ıges um die Sonne wurden schon vor Sonnenaufgang
und man sah zuerst, etwa 20 Grade von der Stelle,

---

r. Comment. Petrop. VIII. 392.

v. Comment. Petrop. VI. 438. und X. 375.

wo die Sonne aufgehen sollte, sich lichte Streifen über d rizont erheben, die, wenn die Sonne die dem Zenith Theile derjenigen Schicht, wo das Phänomen entsta beleuchten anfing, sich oben immer mehr zu einem voll kreise rundeten. Bei Sonnenaufgang war der halbe H ständig und die zwei in ihm stehenden Nebensonnen gi gleich mit der Sonne auf und begleiteten sie den ganzen

Dieses alles spricht für die Mitwirkung der Eis und es entstände nun die Frage, welche Gestalt wir ihn gen dürfen. Dafs sie wie feine Nadeln erscheinen, schon erwähnt, und es ist ja auch bekannt, dafs der Sc aus solchen Nadeln zusammensetzt. Diese Nadeln habe wahrscheinlich in ihrer einfachsten Bildung die Gest gleichseitig dreiseitigen oder gleichseitig sechseckigen und gewifs ist, dafs wenn sich diese Schneekrystalle a der setzen, als vereinigte Schneekrystalle ein Ganze dieses immer unter Winkeln von 60 Graden geschieht, ja die mannigfaltigen, aber durchaus diese sechseck darstellenden Schneesternchen entstehen. Man könnte theoretisch die Frage verfolgen, welche optische Ersche müssen sich uns in solchen Eiskrystallen, die vermuth ramidalisch zugespitzt sind, zeigen? — Doch wir wo hier lieber an die Erscheinung der Höfe halten, und z einzelnen Stücke des Phänomens die Erklärung suchen.

1. Die durch die Sonne gehenden fsen Kreise.

Unter den bei diesen Phänomenen sich zeigenden, Sonne gehenden Kreisen will ich den zuerst betrachte cher in verticaler Richtung durch die Sonne geht. M zuweilen, ohne dafs sich andere Ringe, Kreise oder sonnen zeigen, am häufigsten bei aufgehender oder unt der Sonne einen verticalen Lichtstreifen, der, wenn d sehr niedrig steht, die Feuerfarbe des Abendrothes ze höherm Stande der Sonne aber weifs ist. Dieser erstr von der Sonne hinaufwärts und hinabwärts, zuweile 40 oder 50 Graden Entfernung [2].

1 Phil. Transact. 1770. p. 129.

2 Einige solche Beobachtungen sind an folgenden Orte

rscheinung muſs wohl ganz der Hugenischen An- erklärt werden[1]; indem es dabei auf die Gestalt n, ob sie prismatisch oder cylindrisch sind, nicht Schweben nämlich Eisprismen so in der Luft, daſs horizontal und senkrecht gegen die Vertical-Ebe- orin die Sonne sich befindet, so werden diese bei en Neigung ihrer Seitenfläche uns ein Sonnenbild elung zeigen. Steht die Sonne im Horizonte und anten des Prisma's senkrecht gegen diesen Vertical- issen die, welche uns ein Sonnenbild nahe über der ne zeigen sollen, ihre untere Fläche nur wenig ge- izont neigen, diejenigen aber, welche dem Beob- rade über dem Horizonte stehen, müssen eine Nei- ntern Fläche = 30 Gr. haben, diejenigen endlich, im Zenith stehen, müssen diese Ebene 45 Gr. gegen t geneigt haben, um ihm ein Sonnenbild zuzuwerfen. ans also vor, es würden durch einen leisen Luftzug, egen die Vertical-Ebenen durch die Sonne, viele ld so fortgeführt, so würden gewiſs in jeder vom eobachters aus gezogenen scheinbaren Richtungslinie ele finden, welche die richtige Lage, um dem Be- nen Sonnenstrahl zuzwerfen, hätten, und da die , wenn sie gleich unwirksam in dieser Hinsicht sind, die Wirkung jener nicht hindern, so wird dem Be- n allen Puncten dieses Vertikalkreises ein reflectirtes zugeworfen, und er sieht den ganzen Verticalkreis oder wenigstens die Theile desselben, wo sich solche ln finden. Wenn in Richtungen, die von dieser bene abwärts liegen, sich Prismen befinden, so kön- sie dem Beobachter reflectirtes Sonnenlicht zuwerfen, Auge sich in der durch die Sonne auf die Spiegelungs- rechten Ebene da befindet, wo der Reflexionswinkel llswinkel gleich ist. Wäre also die Atmosphäre mit n, nach allen Seiten gerichteten Prismen erfüllt, oder

—

de Paris. X. 90. Hevel in Phil. Tr. 1674. IX. 26; Der- . Tr. 1707. XXV. 2411. Acta erudit. 1690. 65. und 1714. mann, den Hugen. in opp. posth. 341 anführt. Swinton. 37. 94. Messier Mém. de Paris. 1771. 434. G. III. 361. gen. p. 340.

auch mit Prismen, die alle mögliche Richtungen
wäre wohl kein Grund, warum jener Verticalkreis
sich auszeichnen sollte. Es scheint also nöthig
dafs zu der Zeit, da der verticale Lichtstreif erschе
stens in *einer* Gegend der Atmosphäre eine vorzi
Anzahl solcher, gerade mit den Kanten gegen den
senkrechter Prismen vorhanden sey. Dafs man bei
hender Sonne diese Lichtstreifen am besten sieht, l
bar von dem langen Wege, den der Lichtstrahl
Atmosphäre macht, wo er also mehr solche Spi
Diese Lichtsäule ist in der Nähe der Sonne am
welches wohl daraus zu erklären ist, dafs das unte
nen Winkal auffallende Licht gröfstentheils zur
dagegen das mehr senkrecht auffallende in gröfserer
gelassen wird; dazu kommt noch, dafs selbst et
eigentlichen Richtung abweichende Prismen, n
Sonne, das Licht des Kreises verstärken.

Gilbert's Beobachtung, wo zugleich ein ge
tical-Ebene geneigter Lichtstreif erschien[1], möcht
dem Phänomen des *Wasserziehens der Sonne*, wie
wöhnlich nennt, zugehören; denn da sich dabei
Wolken zeigten, so konnte wohl die Beschattung
und die Erleuchtung einiger derselben da, wo ger
gen in der Wolke vorhanden waren, das Phäno
bringen.

Man hat es zuweilen als merkwürdig angeführt
die Erscheinung sich an mehreren Orten zugleich,
den Entfernungen von einander gezeigt hat. Diese
teorologischer Hinsicht einigermafsen merkwürd
zeigt, dafs dieselbe Beschaffenheit der Luft s
erstreckte, in optischer Beziehung ist nichts M
dabei[2].

---

1 G. III. 361.

2 Dafs noch in unsern Tagen einmal die Sicht
Phänomens an zwei entfernten Orten als Beweis für die un
Entfernung desselben angeführt worden ist, verdient n
wohin man gelangen würde, wenn man die mathematis
schung verliefse, erwähnt zu werden. Die von Kämt
Widerlegung dieses Irrthums (Schweigg. Jahrb. XLV. 1

, oft ohne alle weitere helle Kreise[1] vorkommenden
›n, sind zuweilen auch mit dem horizontalen Kreise,
gleich näher betrachten werde, zugleich da. Dann
entweder ein Kreuz, in dessen Mitte die Sonne oder
steht, oder es zeigt sich ein solches Kreuz der Sonne
genüber[2].

r Kreis ist bei den vollständigern Erscheinungen von
ıen seltener vorhanden, als der zweite durch die
ende Kreis, der dagegen nie allein, sondern immer
der zwei Nebensonnen in Verbindung, gewöhnlich
mit mehreren Kreisen, zugleich vorzukommen pflegt.
orizontalkreis ist allemal weiſs, farbenlos, hat die Breite,
onnendurchmesser gleich ist und ist in der Regel so
ſs man wenigstens keine Abweichung bemerkt, hori-
Bei einigen Beobachtungen scheint er wenig von der
en Lage abweichend zu zeyn[3]. Flaugergues sah
[4] am 9ten Mai 1796 um 11 Uhr, als die Sonne etwa
hoch stand, einen durch die Sonne gehenden Kreis
von dem Halbmesser des innern Ringes; dieses Krei-
lpunct muſste, wenn die Angabe genau ist, 4 oder 5
m Zenith entfernt seyn. Noch weiter vom Zenith ent-

---

d gründlich dar und giebt zugleich Nachricht von andern
Erscheinungen. Es ist klar, daſs hier nicht zwei Beobach-
lemselben Puncte im Raume hinsehen, wenn sie dieses Phä-
obachten, sondern daſs das Bemühen, aus zwei correspon-
Beobachtungen die wahre Entfernung dieses Phänomens be-
zu wollen, ein so ganz verfehltes Unternehmen ist. Wenn
›achter des Regenbogens, der ihnen diesseits naher Häuser
ne erscheint, aus der correspondirenden Beobachtung der
seine Entfernung bestimmen wollten, so fänden sie ihn so
als die Sonne selbst.

1) zuweilen mit Nebensonnen ganz nahe an der Sonne, die nicht
jetzige Betrachtung gehören, s. Art. *Nebensonne*.

2) in oft beobachtetes Phänomen, wovon Beispiele an folgenden
kommen: Hevel und Rothmann bei Hugen. p. 339. Braun
ım. Petrop. VI. 438. Fouchy Mém. de Paris. 1735. 585. Han-
agaz. 1826. S. 179. Acta Erud. 1714. 427. Mém. de Paris. X.
XVIII. 104.

3) il. Tr. I. 219. und XL. 1737. 54.

4) ém. de l' Inst. I. 107.

fernt lag der Mittelpunct des durch den Mond gehenden Kreises bei HALL's Beobachtung[1]. Der Mond stand 54 Grade hoch, der gegenüber liegende Punct dieses Kreises nur 14 Grade, so dafs der Mittelpunct dieses Kreises 20 Grade vom Zenith entfernt seyn mufste. Dieser Horizontalkreis, denn so werde ich ihn der seltnen Abweichungen ungeachtet, nennen, entsteht wohl ohne Zweifel, wie schon HUGENIUS annahm, durch Spiegelung an vertical schwebenden Schneenadeln. Stellen wir uns nämlich verticale Spiegel um uns herum in allerlei Stellungen vor, so sehen wir Sonnenbilder nur in denen, die mit unserer Gesichtslinie O A eben den Winkel, wie mit dem Sonnenstrahle S A machen, C A O = b A S, oder in denen, für welche b A S $= \frac{1}{2}$ S′ O A ist, wenn S′ O, parallel mit S A, nach der Sonne zugeht. Schwebt also ein grofser Theil der prismatischen Eisnadeln vertical, so werden sich unter ihnen in der Richtungslinie O A immer sehr viele finden, die diese Stellung haben; und da die übrigen von dieser Stellung abweichenden, wenn sie nämlich vertical sind, gar kein durch regelmäfsige Spiegelung zurückgeworfenes Licht in das Auge senden, so zeichnet der Glanz jener sich merklich aus. Das Bild, welches jeder dieser Verticalspiegel uns darstellt, liegt mit der Sonne gleich hoch über dem Horizonte, denn da das Einfallsloth auf einen Verticalspiegel b c, die Horizontallinie D A ist, und das Bild hinter dem Spiegel auf einer durch den leuchtenden Punct, dem Einfallslothe parallel gezogenen Linie eben so weit hinter dem Spiegel liegt als der leuchtende Punct vor demselben, so erhellet leicht, dafs das nach diesem Bilde sehende Auge seinen Blick nach einer Richtung, ebenso geneigt als die Richtungslinie nach der Sonne, wenden mufs. Da dieses für alle jene spiegelnden Nadeln gilt, so sieht man einen mit dem Horizonte parallelen hellen Kreis, der an manchen Stellen unterbrochen seyn kann, wenn sich gerade dort wenige oder gar keine verticalen Eisnadeln befinden.

Fig. 107.

Damit dieser Kreis vorglänzend sich zeige, mufs es der verticalen Nadeln bedeutend viel mehrere geben, als der in andern Richtungen schwebenden; denn gäbe es ebenso viele, die 1 Grad gegen die Verticallinie geneigt, unter einander parallel, (zum Beispiel alle von Norden nach Süden geneigt) schwebten, so würde sich ein gleichfalls durch die Sonne gehender Kreis,

1 Edinb. Ph. Tr. IV. 173 und G. III. 357.

Neigung von 1 Gr. gegen den Horizont hätte, zei-
auf diese Weise sich ein weifser Kreis an den an-
und ihre ganze Folge den Himmel bedecken würde,
iner vorglänzend seyn, sondern der ganze Himmel
nen weifsen Schimmer zurückwerfen, wenn nicht
iner bestimmten Richtung in sehr vorherrschender
iren. Hätten diese Nadeln nicht die verticale Rich-
rn eine andere, so könnten die geneigten Kreise
ie Flaugergues und Hall gesehen haben. Dafs
legel die verticalen Nadeln am zahlreichsten vor-
läfst sich aus dem Bestreben der Nadeln, so, wie
e Widerstand fordert, herabzufallen, wohl erklä-
nerken ist indefs wohl auch, dafs für die beinahe
ng gegen die Sonne zu erscheinenden Nadeln eine
chuug von der verticalen Stellung wenig schadet;
diese durch Spiegelung entstehenden Kreise durch
ien würden, und die Breite des Sonnen-Durch-
n, so würde bei dem scheinbaren Abstande $= \varphi$
e, und einer Abweichung des Kreises $= \alpha$ vom
ise, doch noch ein Sonnenbild des untern Sonnen-
m Bilde des obern Randes im Horizontalkreise zu-
so lange die Kreise sich nicht um mehr als ½ Grad
entfernen. Dieses würde in 30 Grade Entfernung
, wenn die Sonne im Horizonte steht, $\alpha = 1$ Grad;
Grade hoch steht, $\alpha = 10^0$; wenn sie 45 Grade
$= 16\frac{1}{2}$ Grad geben, und das Erscheinen des wei-
vird daher immer wahrscheinlicher, je höher die
da dann auch die nicht genau verticalen Nadeln
i helfen.

hzeitige Erscheinen des verticalen und horizonta-
ietet einige Schwierigkeit in der Erklärung dar,
ch das Herabfallen der Nadeln in verticaler Stel-
er ganz ruhigen Luft zuschreiben mufs, statt dafs
e Richtung der Nadeln einen leisen Luftzug zu
t. Vielleicht kann in einer niedrigen Luftschicht
iner höhern Luftschicht das andere statt finden.

i durch die Sonne gehenden Kreisen gehören fer-
hla, hma. So viel ich weifs, hat man noch Fig. 103.
ig ihrer Entstehung, die mir gleichwohl sehr nahe
eint. Bekanntlich fügen sich jene Eisnadeln nie

anders, als unter dem Winkel von 60 Graden, an ei
und nicht allein die gröfseren Krystalle, die wir in den S
sternen vereinigt sehen, machen diese Winkel mit ei
sondern auch die feinen Nadeln, die an jedem gröfserei
stalle sich anhängen, machen mit diesem eben jenen W
Sind also sehr viele verticale Eisnadeln in der Luft, so
mit ihnen viele unter 60 Graden Abweichung von der V
linie verbunden seyn. So wie wir nun für die auf den H
senkrechten Nadeln einen Horizontalkreis durch die So
hielten, so würden wir für alle Schneenadeln, die gege
60 Grade vom Zenith ab liegenden Punct, der zugleich
Grade im Azimuth von der Sonne absteht, gerichtet sind
Kreis, durch die Sonne gehend, senkrecht auf diese R
durch die Spiegelung der Sonne in diesen Prismen sehe
sen. Stände zum Beispiel die Sonne in Süden, so wü
in 30 Graden Höhe in Osten, und ebenso ein 30 Gra
in Westen liegender Punct der Mittelpunct des einen
andern der beiden durch die Sonne gehenden Kreise sey
ses erhellt wohl sehr leicht, aber eine Schwierigkeit
mir übrig zu bleiben, nämlich dafs jene unter 30 Grade
den Horizont geneigten Nadeln doch wohl in allen Azi
richtungen vorhanden seyn könnten, und dafs diese, we
die unter sich parallel nach einem andern Puncte des I
gerichteten zusammen als allein vorhanden betrachtete,
Kreise durch die Sonne, deren Pol 30 Grade hoch läg
vorbrächten. Wenn also jene durch die Lage der er
Kreise angedeutete Erklärung die richtige ist, so müfste
dere Umstände statt finden, welche das Erscheinen ge
ser Kreise, das ist die genaue, gerade so bestimmte Az
lage der unter 60 Graden geneigten Prismen begünstige

Indefs dieser Einwurf trifft auch die Erklärung d
dern Zeiten und nicht selten gesehenen Verticalkreise
Sonne. Wenn die Sonne genau in Osten steht, und alle
nadeln sind horizontal nach Norden und Süden geric
sieht man einen hellen Verticalkreis durch die Sonne
sie aber alle nach Südost gerichtet, so müfste man eb
einen Halbkreis sehen, der durch die Sonne gehend sei
telpunct in Süd-Ost des Horizontes hätte; und wären
nach Osten gerichtet, so müfste man einen Halbkre
der seinen Mittelpunct gerade in dem unter der Sonn

des Horizontes hätte. Solche Kreise sieht man nie- venigtens ganz gewifs höchst selten. Aber liegt nicht erin auch der Grund, warum man selten anders als ; oder Untergang der Sonne jenen verticalen Streifen ı zeichne auf eine Kugel einen gröfsten Kreis, der nt vorstellt, und nehme in ihm einen Punct an, der izonte stehende Sonne bedeutet. Zeichnet man nun Sonne Kreise, deren Mittelpuncte in verschiedenen s Horizontes liegen, so berühren diese sich einander gen Sa, Sb, Sc, können ihre Mittelpuncte schon Fig. 108. eit von einander entfernt haben, ehe die Bogen S a, in bedeutender Entfernung von der Sonne, erheblich ander laufen. Steht dagegen die Sonne S hoch über onte, so sind jene Bogen nicht mehr sich berührende ıdern sie schneiden einander, und tragen keineswegs tärkung des durch die Sonne gehenden Verticalkrei-

der Analogie müfsten wir also schliefsen, dafs jene elche von den unter 30 Gr. Neigung gegen den Hori- verticalen Nadeln befestigten Prismen hervorgebracht ich bei 30 Grad Sonnenhöhe am besten zeigen müfs- n da die bei etwas abweichender Azimuthalrichtung en Kreise sich in der Nähe der Sonne berühren. Die ollständiger bis zu dem entgegengesetzten Puncte des kreises fertlaufender Bogen setzt indefs immer eine e Ueberzahl solcher Prismen, deren Kanten im Azi- Grade von der Sonne liegen, voraus.
s nun genügend sey, so zu erklären, ob man die Sel- s Phänomens, als entsprechend der Schwierigkeit die- n Zusammentreffens von Umständen, ansehen dürfe, ırscheinlich sey, dafs diese Umstände, wie bei dem TZ beobachteten Phänomene, längere Zeit, selbst bei verändertem Stande dsr Sonne, fortdauern, das wage zu behaupten.
wenigen Beobachtungen, die solche Bogen angeben, ıde. Eine Beobachtung von BAXTER[1] am Lacus Su- a 22. Jan. 2 Uhr, als die Sonne kaum 20 Grade hoch ınte, giebt zwei helle Bogen an, die sich einander

Tr. 1787. p. 44.

und zugleich den Horizontalkreis, der Sonne gerade gegen durchschnitten und ein Andreaskreuz bildeten. Die Zeic ist so, dafs man ihnen 60 Grad Neigung gegen den Horizo legen darf[1]. Bei der Beobachtung von Lowitz in Pete am 18. Juni 10 Uhr Vormittags, als die Sonne gegen 4 hoch stand, und selbst noch später als sie höher stieg, sich diese Bogen, deren genaue Abmessung Lowitz ni giebt; er sagt nur, dafs auch beim Höhersteigen der Sor Durchschnittspunct auf dem Horizontalkreise der Sonne gegenüber blieb.

Mit den Nebensonnen, welche von Hoff am 12. M beobachtete[2], als die Sonne 25 Grade hoch stand, zei zugleich eine, der wahren Sonne gegenüber stehende, cher zwei weifse Bogen sich durchschnitten, die von H rechte Winkel mit einander bildend, Kries als sich be zeichnete.

Bei Lea's Beobachtung[3] sind diese Kreise so gez als ob man sie ganz gesehen hätte. Da ich die genau stände der Beobachtung nicht angegeben finde, so k nicht entscheiden, ob der Zeichner vielleicht über die der Beobachtung hinausgegangen ist. Sollten sie ganz ü Horizonte erscheinen, so mufste ihr Centrum etwa so h die Sonne selbst liegen, die damals fast 60 Grade hoch den zu haben scheint. Vorzüglich gut scheinen diese Kreise sich bei dem von Schult am 27. März[4] 1826 in berg beobachteten Phänomene gezeigt zu haben. Die hatte ungefähr die Höhe von 30 Graden. Hansteen s etwas Weniges von diesen Bogen der Sonne gegenübe von Hevelius[5] um 6 Uhr Abends am 6. Sept. 1661 b teten, sich ebenso schneidenden, Bogen, die der unte den Sonne gegenüber standen, führe ich zuletzt an, wei sie irides nennt, und ich daher den Zweifel anführen m

---

1 Bei einer Beobachtung von Weidler wird von dies ausdrücklich gesagt, dafs sie Winkel von 60 Gr. mit einand ten. Ph. Tr. 1739. XLI. 221.

2 De Zach. Corr. astr. X. 536.

3 Poggendorf, VII. 529.

4 Hansteen Magaz. 1826. I. 154.

5 Mercur. in Sole visus; in appendice.

waren, welches zu meiner Erklärung nicht passen

ige Beobachtungen werden, wenn man genaue Aus- dieser Kreise versucht, leicht entscheiden, ob ihr ıde hoch, und in einem Azimuthalabstande = 90 Grade ›nne liegt; findet sich das bestätigt, so glaube ich, sicher jenen unter 60 Grad gegen die Verticalnadeln Nadeln die Entstehung des Phänomens zuschreiben, ; einen Grund aufsuchen, warum die Schneesternchen ıg, daſs die durch alle Spitzen gehende Ebene senk- n die Sonne ist, vorzugsweise annehmen.

Höfe um die Sonne oder den Mond, ı Mittelpuncte diese leuchtenden Körper sind.

n wir annehmen, daſs die Atmosphäre mit gleichsei- ›rismen angefüllt sey, so könnten wir nach den ver- n Lagen, die diese Prismen haben müſsten, um e vorzüglich merkwürdige Erscheinungen darzubieten,

wollen zuerst diejenigen Prismen betrachten, deren ənkrecht gegen die durch die Sonne, das Auge, und ıllspunct des Lichtstrahles auf das Prisma gelegte Ebene diesen bleibt der Strahl bei der Brechung in der Ebe- C′ des gleichseitigen Dreiecks, und gelangt nach der Brechung zum Auge. Es sey Sap $= \varphi$ der Winkel Fig. 109. ıtstrahls mit dem Einfallslothe, so ist beim Eise für von mittlerer Brechbarkeit das Brechungsverhält- ,31, also

$$\text{Cos. } C'ab = \frac{1}{1{,}31} \text{ Sin. } \varphi;$$

$$C'ba = 120^\circ - C'ab,$$

$$\text{Cos. } ObB' = 1{,}31 \text{ Cos. } C'ba,$$

macht mit aS einen Winkel $= C'ab - SaA' + C'ba$ B′. Die genaue Untersuchung der Brechung im Prisma laſs dieser Winkel ein kleinster wird, wenn C′ab ein :henkliches, hier also zugleich gleichseitiges Dreieck ist, nn $C'ab = C'ba = 60^\circ$, und hier

Cos. SaA' = Cos. ObB' = 1,31. Cos. 60° = 0,655 also SaA' = 49° 4′ 50″. Dann ist das Bild um 2 ($C'ab$ SaA') = 2. (10° 55′ 10″) = 21° 50′ 20″ von dem leuchte den Puncte entfernt.

Diejenige Lage des Prisma's, wobei dieses Minimum st findet, hat darum etwas ausgezeichnetes, weil das Auge in nicht blofs von dem Prisma, welches genau diese Stellung h sondern auch von Prismen, die nicht ganz strenge diese Stell haben, den Lichtstrahl empfängt. In andern Fällen reicht e sehr kleine Drehung des Prisma's $A'B'C'$ hin, um den Lic strahl, der auf O fiel, weit von O zu entfernen, aber bei die Stellung kann diese Drehung mehrere Grade betragen, ehe Ablenkung von O erheblich wird, und ein Auge in O wird a nach dieser Richtung aus Puncten, welche 21° 50′ von der So ne ab liegen, weit mehr Licht durch Brechung in diesen Pris erhalten, als von andern weiter von der Sonne ab liegen Puncten, weil die auf O b liegenden Prismen dem Auge s bei etwas ungleicher Lage den Lichtstrahl zusenden. V Puncten, welche der Sonne näher liegen, kommt gar k Lichtstrahl, durch Brechung in den Prismen, zum Auge.

Wenn man für rothe Strahlen das Brechungsverhä wie 1 zu 1.306 setzt, so wird jener Abstand 21° 32′, und rothen Strahlen geben daher ein der Sonne näheres Bild.

Diese Resultate stimmen so genau mit der Erschein welche der innere Hof um die Sonne darbietet, überein, man wohl nicht zweifeln darf, dieser Ring stelle sich uns v möge dieses Minimum's der Brechung in gleichseitigen E prismen dar[1]. Der innere Raum, welchen dieser erste Hof e schliefst, ist dunkler, weil aus den so nahe bei der Sonne l genden Prismen gar kein Licht durch Brechung in das A kommt. Der innere Rand des Hofes tritt schärfer abgesch ten hervor, weil eben hier die Grenze der zum Auge gelang den Lichtstrahlen liegt, statt dafs der äufsere Rand mehr v waschen ist, indem aus entfernteren Puncten zwar nicht zahlreiche, aber doch noch immer viele Lichtstrahlen zum Au

1 Wollaston hat ähnliche Ringe durch einen Versuch, der do nur unvollkommen gelingt, darzustellen gesucht, indem er durch e ne dünne auf einem Glase ausgebreitete Schicht krystallisirten Al nach einem Lichte sah.

s Roth liegt an der innern Seite des Ringes und hsten hervor, die übrigen Farben sind weifslich weil da, wo der grüne oder blaue Ring erschei- ch andere Farbenstrahlen zum Auge hin gebro-

messer dieses innern Hofes ist oft abgemessen, gefähr 22 Grade gefunden worden. Die meisten 1 sind indefs nur oberflächlich, und man bleibt die Ungleichheiten, welche sie darbieten, in der en waren. Einige genauere Messungen geben l MUSSCHENBROEK[1] an, die ihn 23½°; 23° 12'; fanden. USHER fand den Halbmesser mit dem en = 22° 24'[2]. CASSINI 22° 15'[3]. v. HUM- ine Messung an, wo der Durchmesser 42° 3' als Grad hoch stand und 44° 10', als der Mond eine Gr. erreicht hatte, betrug. Dagegen hat MUS- einmal den Halbmesser bei steigender Sonne bis men gesehen. Zwei von mir selbst angestellte 1 sind folgende: Am 26 Apr. 1828 stand Abends rn ϑ des Löwen nicht über ¼ Gr. vom innern Ran- um den Mond entfernt; daraus folgt der innere .° 17'. Um 9¼ Uhr stand eben der Stern fast ge- Rande des Ringes und Vindemiatrix ¼ Gr. oder Gr. innerhalb des inneren Randes. Die erste An- des Rings innern Halbmesser = 21° 8', die zwei- er ein wenig darüber. Also könnte 21° 10' als elten, oder vielleicht 21° 15'. Da der Stern ne- en Lichte des Ringes schon unkenntlich werden n er auch noch nicht ganz den Ring erreichte. fft mit der vorhin berechneten Grenze des rothen ahe zusammen, und wenn die rothen Strahlen et- gebrochen würden, so dafs man 1,3022 statt 1,306 , so wäre die Uebereinstimmung vollkommen genau[5].

r. XXXI. 212. Mém. de Paris 1735. 87.
t. of the Irish Acad. 1789. 143.
e Paris X. 583.
BREWSTER ist man hiezu wohl berechtigt, da er die mitt- 1,307 setzt. On new phil. Instrum. p. 288.
asserprismen, wenn es dergl. geben könnte, würde der ° 50' seyn.

Die etwas gröſsern Ringe könnten vielleicht dann entstehen, w
die Prismen keine genau gegen den Sonnenstrahl senkrecht
ge haben; aber die starke Abnahme des Halbmessers, w
Musschenbroek beobachtet hat, läſst sich nicht erklären;
Prismen, deren einer Winkel bis auf 50 Grade abgenommen
anzunehmen, und vorauszusetzen, daſs dieser Winkel g
der brechende Winkel wäre, würde zu gezwungen sch
obgleich sich in der Verbindung mehrerer Prismen zu
Schneesterne und in dem Abthauen an den vorragenden
Spitzen, die hier allein wirksam seyn könnten, zur Noth
Grund für diesen geänderten Winkel finden lieſse.

Obgleich also für sehr seltne Fälle noch einige Um
unerklärt bleiben, so glaube ich doch, daſs man keine b
Erklärung dieses Ringes verlangen kann, und dieser Theo
Mariotte, Venturi und Fraunhofer scheint Beifall
versagen darf. Nach Arago's Versicherung erhält die Be
tung, daſs das Licht sowohl dieses ersten, als des zweiten
fes um die Sonne auf diese Weise zum Auge gelange,
durch diejenige Prüfung, die er in Beziehung auf die Po
rung anstellte, eine Bestätigung; es zeigte sich nämlich, d
ses Licht kein zurückgeworfenes, sondern gebrochenes

Die Frage, ob es denn wahrscheinlich sey, daſs un
vermuthlich in allen möglichen Lagen schwebenden Prismen
eine hinreichende Zahl finden sollte, die den Strahl auf
Weise zum Auge bringen, muſs ich noch beantworten. Un
denen, deren Kante senkrecht gegen die Richtung des Son
strahls und gegen die nach dem Auge zu gehende Linie
kommen gewiſs, auch in der Linie O b alle verschiedenen La
vor; aber wenn der Einfallswinkel S a A′ der für mittlere St
len 49° 5′ betragen sollte, auch bis 41° abnimmt und bis 57
zunimmt, so wird dadurch der Halbmesser des Ringes nur
30′ gröſser, und die bei so viel abweichender Stellung zum
ge gelangenden Strahlen tragen noch immer mit bei, um
Glanz des Ringes zu verstärken. Da nun unter den 120 v
schiedenen Stellungen, die das Prisma, von Grad zu Grad
seine Axe gedreht, annehmen kann, 16 Stellungen sind,
noch zur Bildung des Ringes beitragen, so kann man unter
len auf O b liegenden Prismen, deren Kanten senkrecht auf Ob

1 Bullet. univ. Mai 1825.

chtel als wirksam ansehen, statt daſs weiter von der iel kleinere Anzahl in jeder Gegend wirksam ist, um nen weiſsen Schimmer des Himmels hervorzubrin- ı die Kanten nicht senkrecht auf den Sonnenstrahl schieht die Brechung im gleichseitigen Prisma nicht ıem gleichseitigen Dreiecke, und der gebrochene t eine etwas mehr von der Sonne abgelenkte Rich- auch da kann die Abweichung von der senkrechten r Kanten 10 Grade betragen, ehe der Ring seinen um ¼ Grad vergröſsert, und man kann daher an- ıſs $\frac{1}{12}$ aller auf O b liegenden Nadeln, die empfange- n gebrochen ins Auge senden, statt daſs in jeder an- ng viel weniger Prismen wirksam sind.

öſsere Halbmesser der Ringe kann also statt finden, Nadeln eine etwas abweichende Richtung haben, ıte vielleicht der Mühe werth seyn, bei den Mes- Ringe theils darauf, ob sie von der Kreisform ab- heils auf die Richtung des Windes zu achten. Die ung der Ringe kann daraus, daſs in einer Gegend snadeln vorhanden sind, entstehen[1].

he nun zu einer zweiten Lage des Prisma's über, die Merkwürdigkeit darbietet. Gleichseitige dreieckige , die zwischen s O, als Richtung nach der Sonne und (wo s O b = 22° ist), können durch Brechung gar tstrahlen ins Auge senden; ist s O b > 22°, so kom- Lichtstrahlen ins Auge, aber endlich gelangen wir Abstande s O f von der Sonne, wo das Prisma, um chenen Strahl nach O zu senden, die Lage haben s entweder der einfallende Strahl S″e mit der Seite

---

Erscheinung dieser Ringe ist ungemein häufig und ist eschrieben; nur als Beispiele führe ich an: Musshenbroek aris 1735. p. 87. Aepinus nov. comm. Petrop. VIII. 392. Tr. 1787. 44. Sehr selten ist die Farbenfolge anders an- . B. von Brown Ph. Tr. 1669. IV. 953. und Weidler Ph. XL. 54, aber beide Beobachtungen sind undeutlich und un- ı beschrieben. Dagegen ist die richtige Farbenfolge auch len Beobachtern angegeben: Fouchy Mém. de Paris 1735. eve Ph. Tr. 1737. XL. 52. Folkes Ph. Tr. 1737. XL. 59. ém. de Paris 1721. p. 231. Lowitz nov. act. Petr.

A C des Prisma's, oder der ausfallende Strahl f O mit der
c b des Prisma's einen sehr kleinen Winkel macht. Nimm
den Winkel s O f noch etwas gröſser, so kann das Prisma
Lage mehr erhalten, wobei ein gebrochener Strahl nach
langte. Es ist nämlich klar, daſs bei der Lage A C B de
ma's S″ e der letzte, diese Seitenfläche noch treffende St
daſs bei einer kleinen Drehung des Prisma's diese Seit
mehr von Lichtstrahlen getroffen wird, und daſs bei de
a b c des Prisma's, f O der letzte ausfallende Strahl ist,
bei etwas veränderter Stellung der Strahl nicht mehr in
hervordringen, sondern reflectirt werden würde.

Um die scheinbare Entfernung von der Sonne zu
wo dieser Fall eintritt, braucht man nur zu überlegen,
wo b f O = 0 ist Cos. g f c $= \frac{1}{1,31} = 0,7634$, also g f c = 4
f g c $= 79^\circ\ 46'$, Cos. S′ g a = 1,31. Cos. $79^\circ\ 46'$, also S
$76^\circ\ 32'$ wird; der Winkel also, den O f mit g S′ macht,
$43^\circ\ 28'$, oder so weit von der Sonne liegen die Prismen,
Strahlen von mittlerer Brechbarkeit = 1,31, diese Gren
ben. Wenn für rothe Strahlen der Coefficient = 1,306 i
wird der scheinbare Abstand von der Sonne = $43^\circ\ 9'$, al
das Roth der Sonne näher. Für das Brechungsverhältnis
hätte man $44^\circ\ 15'$ gefunden, für 1,3022 aber $42^\circ\ 51'$.

Diese Entfernung trifft merkwürdig mit dem Halb
des zwar minder oft, aber doch gar nicht selten beobac
zweiten Ringes um die Sonne zusammen. Alle Beobacht
ben seinen Halbmesser nahe doppelt so groſs, als den des
Ringes an, also etwa 42½ bis 43 oder 44 Grade[1]. Diese
zeigt immer schöne Regenbogenfarben, das Roth der Son
nächsten, und diese Farben sind gewöhnlich reiner als be
sten Hofe.

Aber obgleich der Abstand jener Grenze der Brech
gut mit diesem Ringe übereinstimmt und sich leicht üb
läſst, daſs ein Ring um die Sonne durch jene Prismen h
gebracht werden kann, so scheint es doch erstlich, daſs
violetter und blauer Rand in dieser Entfernung sich zeig

1 Mém. de Paris 1721. 231. 1735. 87. 585. Phil. Tr. 1
Nov. Comm. Petrop. VIII. 392. Nov. Act. Petrop. VIII. 384. G
105. De Zach Corresp. X. 534. Hansteen Magaz. 1826. I. 15

zweitens, daſs auch nur wenige Prismen beitragen
ım d:esen Ring zu zeigen, weil eine, nur um ¼ Grad
e Lage des Prisma's schon den Abstand des Bildes
onne um mehrere Grade vermindert. Aber merkwür-
s sich, daſs eine andere Brechung sich genau mit die-
gt, um den Ring in diesem Abstande zu verstärken.
macht nämlich die Bemerkung, daſs ja bekanntlich
ıneesternchen mehrere solche Prismen vereiniget sind, Fig.
hier der Lichtstrahl zy so auffallen könnte, daſs er 110.
h yx gebrochen, dann bei x in die Luft übergehend,
Spitze in w so träfe, daſs qw = qx würde; dann
h bei w eben die Brechung wie bei x; bei v eben die
wie bei y und die austretenden Strahlen vu wären so
die bei y eintretenden, unter sich parallel. Damit
vu mit yz einen Winkel von ungefähr 44 Gr. mache,
NTURI es nöthig, den Winkel des Prisma's auf 55 bis
ızusetzen, und dieses scheint mir unangemessen, da
ıe Prismen von genauen 60 Graden die Grundlage un-
zen Untersuchung ausmachen. Ich stelle daher lieber
auf, unter welchem Winkel = wqx müssen die
igen Prismen verbunden seyn, damit uv mit yz einen
von 44 Graden bilde. Dieser Werth ist sehr nahe 90
enn wenn ich

wxq = xwq = 45° setze, so ist

$$\text{Cos. } rxy = \frac{\text{Cos. } 45^{\circ}}{1{,}31};\ rxy = 57^{\circ}\ 19'.$$

$$ryx = 62^{\circ}\ 41';\ nyz = 53^{\circ}\ 3';$$

ıl xw macht also mit zy einen Winkel von 21° 57',
mit zy einen Winkel von 43° 54'. Das Brechungsver-
1,3022 giebt 42° 48'. Bei den Prismen also, welche auf
eise wirksam seyn sollten, müſsten die Prismen zu
:igen regelmäſsigen Sternen verbunden seyn. — Es ist
möglich, daſs dieses der Fall wäre, aber einen groſsen
ıag ich dennoch nicht auf diese Strahlen setzen, obgleich
rksamkeit sehr groſs seyn würde, da eine erhebliche
ng in der Lage des prismatischen Schneesterns nur we-
derung in die Richtung des hervorgehenden Strahles

r es ist nicht nöthig, daſs zwei Prismen auf diese Wei-
erbunden sind, sondern noch bei einem zweiten gegen-

mäfsigen Stellungswinkel erhält das Auge durch zwei Prismen wirksame Strahlen. Es ist nämlich aus der frühern Betrachtung bekannt, dafs mvw = 60° wird, wenn uvp = 49° 5′ ist; wenn also zwei Prismen so neben einander stehen, dafs wqx = 81° 50′ ist, so fällt der Strahl auf das zweite Prisma unter eben dem Winkel auf, unter welchem er aus dem ersten austrat, und die in zy parallel einfallenden Strahlen sind nicht nur in wx, sondern auch in uv wieder unter sich parallel, oder sind wirksame Strahlen, und uv ist um genau doppelt so viel von zy abgelenkt, als wx es war. Dadurch sind aber die Farben viel reiner getrennt, als bei der Bildung des ersten Ringes; denn statt dafs beim ersten Ringe die beiden Brechungsverhältnisse 1,306 und 1,31 die Halbmesser der Ringe = 21° 32′ und 21° 50′ gaben, erhalten wir hier 43° 4′ und 43° 40′, so dafs nicht mehr die von einer Seite der Sonnenscheibe kommenden rothen Strahlen sich mit den von der andern Seite kommenden blauen Strahlen vermischen.

Und dieser Ring fällt nun genau mit dem vorhin gefundenen blauen Rande zusammen. Es entsteht also wegen dieser doppelten Ursache erstlich ein Ring, in welchem Blau und Violett am schönsten hervortritt, aber zweitens ein mit allen Farben geschmückter Ring, dessen Zusammenfallen mit dem ersten folgende Zahlen genauer angeben. Wenn man für die fünf Brechungsverhältnisse 1,3022, 1,306; 1,31; 1,314; 1,32 rechnet, so entsprechen erstlich diesen Zahlen folgende Abstände als Grenzen der Refraction:

42° 51′; 43° 9′; 43° 28′; 43° 47′; 44° 15′.

Dagegen erhalten die mit eben jenen Zahlen berechneten, durch Brechung in zwei Prismen hervorgebrachten Kreise, die Halbmesser: 42° 30′; 43° 4′; 43° 40′; 44° 17′; 45° 12′.

Setze ich also auf Brewster's Autorität für die Brechung der mittleren Strahlen im Eise 1,307, was dann für die rothen ungefähr 1,302 und für die violetten 1,312 geben würde, so treffen die violetten Strahlen des ersten Ringes ungefähr auf die blauen des zweiten und müssen den äufseren Rand schön blau geben, wie er auch erscheint, Grün und Gelb würde aus beiden Ringen fast genau zusammenfallen, wenn es im ersten so getrennt vorhanden wäre, und kurz das Zusammentreffen beider Ringe könnte nie schöner seyn, so dafs selbst Wasserprismen keine solche Vereinigung dieser aus zwei Umständen her-

n Erscheinung darbieten würden. Wegen der Grö- nnendurchmessers findet einige Mischung statt, die noch genauer angeben liefse. Dafs man zuweilen ınd Grün sieht[1], kann davon herrühren, dafs das tzten Ringes mit dem Blau des ersten gemischt wird, au selbst auf dem Blau des heitern Himmels sich nicht uszeichnet.

ı zwölfspitzige Schneesterne vorhanden, so würden ıs ihnen hervorgehenden Strahlen beinahe mit den sammentreffen, jedoch so, dafs die blauen Strahlen ıges mit etwas Grün aus den zwölfspitzigen Sternen ürden.

Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobach- man, glaube ich, nicht fordern. Und wenn man et- oraussetzung, dafs die beiden Prismen, welche die urch sich hindurch lassen, eine so abgemessene Lage sen, zu künstlich fände, so mufs man bedenken, dafs er auf eine ganz strenge Uebereinstimmung nicht an- ondern selbst 10 Grade Abweichung des einen oder isma's von der genau richtigen Lage noch keinen sehr n Unterschied machen, und dafs unter den zahllosen n eine zum Entstehen des Phänomens hinreichende chtig gestellter Prismen sich immer finden kann. Die der Erscheinung zeigt, dafs es immer von begünsti- mständen abhängt, wenn diese Erscheinung sich zei-

ich bietet die Betrachtung der Brechung in den Eis- ıns noch einen dritten merkwürdigen Fall dar. Wenn a von der Stellung abc so abweicht, dafs der Strahl mehr in die Luft hervordringen kann, so wird er in Fig. 109. geworfen, und gelangt etwa nach O', und das Auge O esen reflectirten Strahl aus dem Prisma $\alpha b \gamma$ in der n O, statt dafs aus den zwischen f und n liegenden kein Lichtstrahl zum Auge gelangt. In der Entfernung n der Sonne sieht das Auge O also wieder einen hellen a das für s O n geltende nach allen Richtungen rund um ıe gilt. Wir wissen aus dem Vorigen, dafs da, wo 40° 14' ist, der Strahl aufhört in die Luft hervorzuge-

. XI. 414.

hen, also nach m n O zurückgeworfen und gebrochen f(Da ist $S'''l\alpha = 76° 32'$, und da die Zurückwerfung na unter einem gleichen Winkel, $nm\beta = lm\gamma$ geschieht, so nO doppelt so viel von S'''l, als fO von S'g ab, oder d Prisma, welches dem Auge O den zurückgeworfenen Str sendet, ist um 86° 56' = sOn von der Sonne entfernt. minder brechbaren Strahlen würde dieser Abstand klein(demnach müſste der rothe Rand dieser reflectirten Bilde wa 86° 20' von der Sonne erscheinen. Einen solchen ungefähr 90 Graden Entfernung von der Sonne, hat r VELIUS gesehen, und es ist mir keine andere Beob desselben bekannt[1]. Dieser Ring war weiſs.

Obgleich aber dieser Ring so selten zu Gesichte kor werden doch die ihm entsprechenden Nebensonnen, v(chen ich bald reden werde, etwas öfter gesehen. Daſs weiſs sind, könnte als Einwurf gegen diese Erklärung hen werden, indem der Rand eigentlich roth erscheinen und die entfernteren Strahlen sich mit den dort ebenfall ctirten Sonnenbildern mischen. Indeſs muſs man wohl wichtigen Umstand mit berücksichtigen. Obgleich erst hier betrachteten Lage des Prisma's die vollkommene Re des Lichtstrahls eintritt, so wird doch bekanntlich von jeden aus Glas, Wasser oder Eis hervortretenden Licht ein sehr bedeutender Theil vor dem Austritte reflectirt, un ses so reflectirte Licht ist weiſses Licht, und kann durch Mischung mit dem rothen und gelben Lichte vielleicht chen, um diesen Ring und die ihm entsprechenden Neb nen weiſs zu zeigen. Der von diesen Nebensonnen zu gebrauchte Ausdruck: silberweiſs, läſst freilich den Zwe diese Erklärung ausreiche, übrig, und ich habe deswe(sucht, Strahlen, die sich mit diesen vereinigen könnte Weiſs zu bilden, zu finden, aber ich kann, ohne allzu liche Voraussetzungen, keine andere Brechung auffind in 90 Grad Entfernung von der Sonne einen Ring her gen könnte.

---

1 Hevelii mercurius in sole visus App. p. 171.

2. Die Nebensonnen.

ıeint, dafs diese keiner besondern Erklärung bedürf-
· gewöhnlich in den Durchschnittspuncten der Kreise
und man sich daher sogleich berechtigt glaubt zu
s da, wo zwei vereinte Wirkungen ein helleres Licht
gen, sich eine Nebensonne zeigen könne. Aber nicht
ıen sie genau auf jenen Durchschnittspuncten, und
stand verdient um so mehr eine nähere Betrachtung,
ler Theorie sehr gut zusammen zu stimmen scheint.
le hier nur bei den Nebensonnen, die sich in dem
orizontalkreise zeigen, indem diejenigen glänzenden
Höfe, welche ihren Glanz den Berührungskreisen ver-
ıachher erwähnt werden.
äufigsten, ja in der That ganz ungemein oft, zeigen
nsonnen horizontal neben der Sonne in ungefähr 22
ntfernung von derselben. Sie zeigen sich, wenn auch
Horizontalkreis sehr schwach oder gar nicht erkannt
d sind oft recht deutlich sichtbar, wenn man auch von
um die Sonne nur schwache Spuren entdeckt. Sie
ız genau die Farben, die der erste Hof zeigt, nur dafs
ızender in den Nebensonnen erscheinen. Sie zeigen
ıit einem von der Sonne abwärts, dem Horizonte pa-
chteten weifsen Schweife, der sich oft durch eine an-
Zahl von Graden fort erstreckt, und nicht ganz selten
e aufserhalb jenes Ringes, dessen Entfernung wir 22
ıgefähr fanden[1].
h Venturi's Bemerkung stehen die Nebensonnen nur
serhalb des ersten Ringes um die Sonne, wenn diese
ı hoch steht, und er sucht daher mit Recht den Grund
rscheinung in dem Umstande, dafs die Brechung in den
schwebenden Prismen nicht genau in einer gegen die
senkrechten Ebene erfolgt. Da er die Untersuchung

Inter den zahlreichen Beobachtungen führe ich nur solche
etwas Merkwürdiges haben: Hugen. opp. posth. 362. Miscell.
VI. 253. Nov. Comm. Petrop. VI. 438. VIII. 892. Ph. Trans-
19. XXXI. 312. XXXIV. 257. XL. 59. Mém. de Paris X.
1735. p. 87. Die Beob. vom 23. Febr. Mém. de Paris 1721.
Zach Corr. X. 534. Transact. of the Irish Acad. 1787.

nicht genauer führt, so glaube ich ihre Entwickelung hier mittheilen zu müssen.

Wenn die Sonne sehr niedrig steht, so liegen die Kanten der verticalen Prismen, denen wir die Entstehung des weißen Horizontalkreises zuschreiben, fast senkrecht auf die durch die Sonne das Auge und das Prisma gelegte Ebene, und es würden, wenn auch diese verticalen Eisnadeln allein vorhanden wären, sich in dem weißen Horizontalkreise in der Entfernung = 21° 50′ farbige Nebensonnen zeigen müssen, obgleich der übrige Theil des Ringes um die Sonne dann nicht erschiene. So verhält es sich aber genau genommen nur dann, wenn die Sonne im Horizonte steht, und bei höherem Sonnenstande muſs die Rechnung auf folgende Weise angestellt werden.

Fig. 111. Es sey S A ein auf das verticale Prisma fallender Lichtstrahl, A c die durch den Einfallspunct A auf der Oberfläche des Prisma's gezogene Horizontallinie, A b die horizontale Projection des Strahles. Da das Prisma verschiedene Stellungen haben kann, während es immer vertical bleibt, so ist b A c = φ ein veränderlicher Winkel, die Sonnenhöhe B A S = α dagegen ist eine gegebene, beständige Gröſse, und q A S = $90° - \alpha$, wenn A q vertical mit den Kanten des Prisma's parallel ist. Irgend ein Punct s des Strahles wird durch die drei Coordinaten A c = x, parallel mit der Seite der Grundfläche, c b senkrecht auf die Ebene der Seitenfläche = x Tang. φ, und bs = x Sec. φ Tang. α, parallel mit A q, bestimmt.

Es sey A d die Projection des Strahles auf die Seitenfläche, und s d senkrecht auf diese Seitenfläche, so ist s d = b c,

$$As = x \sqrt{(1 + \text{Tang.}^2 \varphi + \text{Sec.}^2 \varphi \; \text{Tang.}^2 \alpha)}$$
$$= x \; \text{Sec.} \varphi \; \text{Sec.} \alpha$$

$$\text{Sin. } sAd = \frac{sd}{As} = \frac{\text{Tang. } \varphi}{\text{Sec. } \varphi . \text{Sec. } \alpha} = \text{Sin. } \varphi . \text{Cos. } \alpha = \text{Cos. } sAp,$$

und s A p ist der Einfallswinkel oder A p das Einfallsloth. Ferner ist auch Tang. d A c = Cotang. q A d = Sec. φ. Tang. α. Da der gebrochene Strahl A T in derselben, auf die erste Seitenfläche senkrechten Ebene bleibt, und für das Brechungsverhältniſs = m

$$\text{Cos. } TAd' = m \; \text{Cos. } SAd \text{ ist,}$$

so ist hiermit die Lage des Strahles völlig bestimmt, da hier q′ A d′ = q A d in der Seitenfläche, T A d′ in

sie senkrechten Ebene liegt, so ist Cos. T A q′ = Cos. T A d′

$$= \frac{\text{Sin. } \alpha . \text{m} . \sqrt{(1 - \text{Sin.}^2 \varphi \text{ Cos.}^2 \alpha)}}{\sqrt{(\text{Sin.}^2 \alpha + \text{Cos.}^2 \varphi . \text{ Cos.}^2 \alpha)}} = \text{m Sin. } \alpha,$$

Г A c′ = m. Cos. S A c.

en Winkel = ψ zu bestimmen, den die Projection ebrochenen Strahles auf eine mit der Grundfläche pa- ne gezeichnet, mit A C macht, sey A c′ = y, c′ d′ = A d′ = y. Sec. φ. Tang. α, und d′t = A d′. Tang. T A d′,

$$= y \sqrt{(1 + \text{Sec.}^2 \varphi . \text{ Tang.}^2 \alpha)} . \frac{\sqrt{(1 - \text{m}^2 \text{ Cos.}^2 \text{ S A d})}}{\text{m} . \text{Cos. S A d}}$$

l Cos. S A d = $\sqrt{(1 - \text{Sin.}^2 \varphi . \text{ Cos.}^2 \alpha)}$ = α + Cos.^{2} α. Cos.^{2} φ)

$$\text{t} = \frac{\text{y} . \sqrt{(1 - \text{m}^2 + \text{m}^2 . \text{ Sin.}^2 \varphi \text{ Cos.}^2 \alpha)}}{\text{m. Cos. } \varphi \text{ Cos. } \alpha}$$

$$\text{Tang. b}' \text{A c}' = \frac{\text{b}' \text{c}'}{\text{A c}'} = \frac{\text{d}' \text{t}}{\text{A c}'}$$

$$= \frac{\sqrt{(1 - \text{m}^2 + \text{m}^2 \text{ Sin.}^2 \varphi \text{ Cos.}^2 \alpha)}}{\text{m Cos. } \varphi . \text{ Cos. } \alpha}$$

$$\text{b}' \text{A c}' = \frac{\text{m. Cos. } \varphi . \text{ Cos. } \alpha}{\sqrt{(1 - \text{m}^2 \text{ Sin.}^2 \alpha)}} = \text{Cos. } \psi .$$

ist der Winkel, den die Projection des gebrochenen mit der des ungebrochenen macht.

nn nun der bei T heraus fahrende Strahl so gebrochen afs seine horizontale Projection mit der der Seitenlinie llelen T f den Winkel = φ' macht, und seine Neigung n Horizont = α' ist, so erhellet wohl leicht, dafs für ′ C ebenso gut wieder

$$= \frac{\text{m Cos. } \varphi' . \text{ Cos. } \alpha'}{\sqrt{(1 - \text{m}^2 \text{ Sin.}^2 \alpha')}}$$

ı würde. Aber

$$\text{b}' \text{A}' \text{C} = 120^\circ - \text{b}' \text{A C}$$

. b′ A′ C = $-\frac{1}{2}$ Cos. b′ A C + $\frac{\sqrt{3}}{2}$ Sin. b′ A C, und es

sonne 26 Grade von der wahren Sonne, also 4 Grade [illegible] des Ringes, was zu der Theorie wohl paſst.

Der Schweif, der sich von den Nebensonnen aus [illegible] weiſsem Lichte von der Sonne abwärts erstreckt, entsteht [illegible] durch, daſs auch die zunächst über das Minimum der Brech[illegible] hinaus neben der Sonne stehenden verticalen Prismen noch [illegible] mer viel mehr gebrochene Strahlen als die entferntern zum [illegible] senden.

Bei den Nebensonnen, die auf dem zweiten Hofe [illegible] Sonne in seinem Durchschnitte mit dem Horizontalkreise [illegible] stehen könnten, verweile ich nicht. Sie sind selten gesehen [illegible] den[1], und würden allenfalls zu Betrachtungen, den eben [illegible] stellten ähnlich, Anlaſs geben.

Auch die Gegensonnen (*Anthelii*) geben mir keine Ve[illegible] lassungen zu ausführlichern Untersuchungen. Sie zeigen [illegible] auf dem weiſsen Horizontalkreise, der Sonne gerade gege[illegible] und entstehen entweder aus dem Durchschnitte eines hori[illegible] talen und verticalen Kreises, oder aus den Durchschnitt[illegible] unter Winkeln von 60 Graden gegen einander geneigten K[illegible]

Desto merkwürdiger sind diejenigen Nebensonnen [illegible] zuweilen etwa 90 Grade von der Sonne entfernt geseh[illegible] den sind. Diese sind so selten, daſs Venturi nur acht [illegible] achtungen angeben konnte, wo sie gesehen waren, und [illegible] ich kann nicht viel mehrere mittheilen. Bei der Vergleich[illegible] dieser Beobachtungen scheint aber Venturi in einen Irrt[illegible] gefallen zu seyn, indem er den Abstand von der Sonne, de[illegible] einigen Beobachtungen als Azimuthalabstand angegeben [illegible] immer als Abstand, in Bogen eines gröſsten Kreises gemes[illegible] ansieht. Venturi läſst diese Nebensonne ganz unerklärt; [illegible] will wenigstens die Frage, ob sie sich aus dem Durchsch[illegible] des so selten gesehenen dritten Ringes mit dem Horizontalkr[illegible] erklären lassen, etwas näher betrachten. Die Beobachtung[illegible] die meistens ohne genaue Messung angestellt sind, und [illegible]

---

1 Z. B. Dobbs Ph. Tr. 1722. XXXII. 89. Mallet Abh. d. Schw[illegible] Akad. 1763. S. 45. und einige Beobachtungen bei Hugen.

2 Die Beobachtungen sind ziemlich zahlreich, zum Beispiel [illegible] Hevelius, Hugen. opp. posth. 332 von Weidler Phil. Tr. 1739. XL[illegible] 221. von Swinton Ph. Tr. 1737. 94. von Hoff in de Zach Corr. X[illegible] 534. Schult in Hanst. Mag. 1826. 154.

aus den mitgetheilten Zeichnungen beurtheilt werden ind folgende: 1684 am 24. Jan, als der Mond nach ung zu urtheilen, nicht volle 30 Grade hoch stand, e Nebenmonde im Azimuth 120 Grade von ihm ent- CHEINER's Beobachtung ist in einer so unvollkomme- nung dargestellt, dafs man den Abstand, auch nur reichlich so grofs, als in der vorigen Beobachtung, kann[2]. HEVELIUS giebt diesen Nebensonnen 90 Grade indem er sie auf dem Kreise sah, von dem er an- 's er durch den Pol der Ekliptik ging[3]. Bei der Be- eines Ungenannten am 9. April 1666 stand die Sonne ch, die Nebensonne ist in einem sehr grofsen Azimu- de von der wahren Sonne gezeichnet[4]. WHISTON's ng kann gar nichts entscheiden, da er selbst den ufsert, dafs seine, nach Augenmafs gemachte Zeichnung rnung vielleicht zu grofs angebe[5]. MALLET be- m 5. März 1763 um 10 Uhr in Upsala den Azimuthal- 24 Grade, jedoch mit einer auf einige Grade gehenden heit, weil er das Mefs-Instrument in freier Hand hielt. ags um 2 Uhr fand er diese Winkel nur 100 Grade, so so bei gleicher Sonnenhöhe sehr verschieden auszufal- ne[6]. HAMILTON hat bei einer Beobachtung am 24. Sept. n Abstand mit den Spiegelsextanten = 90° gefunden, es ist offenbar der Bogen eines gröfsten Kreises[7]. BAX- sie bei etwa 20 Graden Sonnenhöhe mitten zwischen ensonne und der Nebensonne im ersten Ringe. Setze den letzteren Azimuthalabstand beinahe = 24°, so ler Azimuthalabstand der hier zu betrachtende = 102°.[8] , welcher aber auch nicht gemessen hat, und überdies giebt, für welchen Zeitpunct, oder für welche Sonnen- ine Zeichnung gilt, giebt ihm in seiner Zeichnung einen

---

G. XVIII. 105.
Cartes. Meteor. Cap. 10.
Mercur. in sole visus. in Append. und HUGEN. p. 332.
Ph. Tr. I. 219.
Ph. Tr. 1727. XXXIV. 258.
Abh. d. Schwed. Acad. 1763. S. 44.
Transact. of the Irish Acad. 1787.
Phil. Tr. 1787. 44.

möglich, eine sichere Entscheidung über diesen Gegens
geben[1].

4. Die Berührungskreise.

Den schwierigsten Theil des Phänomens machen di
rührungskreise aus. Ich will zuerst bei denen verweilen,
ihren Berührungspunct am ersten oder zweiten Ringe i
durch die Sonne gehenden Verticalkreise haben, und da
erst bemerken, daſs die Erklärung, die man für sie a
mag, nothwendig sich genau an die Erklärung der Rin
schlieſsen muſs; denn diese gegen die Sonne convexen
bogen bieten, auch wenn sie allein erscheinen, genau di
ben, wie die ihnen zugehörigen Ringe, dar[2]. Meistens
die Berührung so statt zu finden, daſs das Roth des Ring
dem Roth des Berührungskreises berührt wird, das B
jenem von dem Blau in diesem, aber zuweilen ist das n
genau der Fall, sondern MUSSCHENBROEK sah[3] einmal d
des Berührungskreises sich mit dem Blau des zweiten
mischen.

Diese gegen die Sonne convexen Bogen werden öf

---

1 Noch eine Vermuthung mag hier erwähnt werden. W
den sogleich sehen, daſs die Ringe um die Sonne zuweilen i
Abstand von ihrem höchsten oder tiefsten Puncte von andern
berührt werden, und solche Berührungskreise kann es wohl a
Fig. 112. diesem dritten Ringe geben. Wäre also $ASB = 60$ Grade,
es drei Kreise (der Horizontalkreis, der dritte Ring und diese
rungskreis), die in B das Licht verstärkten. Wenn $SA = SB =$
$ASB = 60°$, so wird $ZB = ZS$, wenn beide $= 62° 13'$ sind;

$$\text{Cos. } ZB = \text{Cos. } ZS \text{ Cos. } 87° + \text{Cos. } 60° \text{ Sin. } ZS \text{ Sin. } 87°$$

also für $ZS = ZB$ $$\text{Tang. } ZS = \frac{1 - \text{Cos. } 87°}{\frac{1}{2} \text{ Sin. } 87°} = 0{,}2783.$$

Bei einer Sonnenhöhe von 27° 47', oder oberflächlich bei
Sonnenhöhe von 26 bis 30 Graden findet also diese Verstärkung
bei gröſserer Sonnenhöhe entfernt sich der Berührungspunct am
unterhalb des Horizontalkreises und der Berührungs- oder
schnittspunct mit dem Horizontalkreise rückt näher zur
Sonne hin.

2 Auſser den schon angeführten sehr vollständigen Ersch
gen, vergl. über diese Bogen: Act. Erud. 1726. 223. Ph. Tr.
212. Ph. Tr. 1737. XL. 54. 59. Mém. de Paris. 1721. 231. 17
Ph. Tr. 1787. 44. G. XVIII. 88. Hansteen's Magazin. 1826. I. 1

3 Mém. de Paris 1735. 87. die Beobachtung vom 1. Mai.

n Mittelpuncte habend angegeben; aber selbst bei Puncte berührenden Kreisen sieht man aus mehtungen, daſs dieser Umstand kein constanter ist, ie Mittelpuncte dieser Bogen zwar in dem durch enden Verticalkreise, aber nicht genau im Zenith ei den Kreisen, die im unteren Puncte der Ringe)3 am innern Ringe zeigt) berühren, findet dieses icht statt.

nstand widerlegt eine, sonst ungemein sich emnung Fraunhofer's über die Entstehung dieser ise, die ich hier anführe, weil vielleicht in der hrungspuncte einige Verstärkung des Bogens, der ıständen entstehen muſs, so hervorgehen kann. nacht nämlich die Bemerkung, daſs die Strahlen, uge den weiſsen Horizontalkreis darstellen, wenn ımen fallen, ähnlichen Brechungen wie die Son:bst unterworfen sind. Kämen also nur aus einer end (von einem kleinen Stücke des Horizontalolche Lichtstrahlen, so würden sie einen eben larstellen (wenn gleich schwächer), wie wir um ıst sahen. Jeder Theil des Horizontalkreises bringt ıge hervor, und diese bedecken daher den ganis zu 22 Grad. Entfernung vom Horizontalkreise, ich uns der Rand dieser vereinten Ringe. Und 22 Gr. Abstand eintritt, das findet auch in 44 ieder statt. Diese Erklärung hätte sehr viel Anınn nicht die Form des untern Berührungskreises ıpräche.

nimmt bei der Erklärung, die wohl ohne Zweifel Zuspitzung der Eisprismen zu Hülfe, und wählt ı Darstellung wegen sechsseitige Prismen mit yramidenspitzen, deren Ebenen er 120° geneigt gehörigen Seitenflächee des Prisma's annimmt. Prismen vertical schweben, so ist es allerdings r Winkel von 60 Graden, welchen die Pyramidengegenüber liegenden Seite des Prisma's macht, ld näher als 22 Gr. bei der Sonne geben kann, ıen, die in gröſserem Abstande von der Sonne in tellung den Strahl dem Auge zusenden, uns auch ler zeigen können; diese, gewiſs nicht unrich-

tige, Behauptung bestätigt er mit einem Versuche, wo
Wasser gefülltes Prisma, das sich in eine Pyramide endi
Stelle des Eisprisma's vertrat. Aber obgleich solche
Sonnenbilder, vermöge der auf die Spitze auffallenden S
geben, so scheint mir doch der convexe Bogen damit n
klärt zu seyn. Da nämlich dieser Bogen, so viel mir
ist, genau eben die Färbung hat, wie der Ring, an
er berührend ist, so muſs er, meiner Meinung nach,
sten Ringe als ein Minimum der Brechung erklärt werde
da läſst sich leicht Folgendes übersehen. Wenn alle di
ramidenspitzen unter 60 Graden gegen die Verticallinie
sind, und die zugehörigen Seitenflächen sind vertical,
es nur eine einzige Azimuthalstellung, bei welcher
Sonnenbild zeigt, das jenem Minimum entspräche, un
man dieses Bild bei einer gewissen Lage des Prisma's
Pyramidenspitze sieht, so darf man das Prisma nicht v
sem Puncte entfernen, ohne es zu verlieren. Soll sich
reren Orten ein solches, dem Minimum der Brechung
chendes Bild zeigen, so muſs sich mit verändertem
Prisma's nicht bloſs die Azimuthallage der Seite des
ändern, sondern auch die Neigung seiner Seitenfläche;
übrigens immer als unter 60 Grade gegen einander ge
sehen. Statt Venturi's Gedanken weiter zu verfolge
ich daher untersuchen, wiefern die horizontal liegende
seitigen Prismen selbst solche Berührungsbogen an den
um die Sonne hervorbringen können; denn daſs hor
Prismen dabei ihre Wirkung zeigen, läſst sich aus der
Berührungspunctes schlieſsen, der in den gewöhnliche
entweder der höchste oder der tiefste Punct des Rin

Fig. 113. Es sey also eine Seite A E F B unter dem Winkel =
den Horizont geneigt, die Neigung der Ebene A B C D =
In T treffe der Lichtstrahl S T die erstere, und es se
T die Ebene b f c senkrecht auf die Seitenflächen gelegt; i
Ebene b f c sey T N horizontal gezogen, dagegen sey S T L
Sonnenhöhe, und der horizontale Winkel N T L = φ
Azimuthallage der Ebene b c f in Vergleichung gegen
muth der Sonne an. Jeder Punct S des Strahles ist durch
Coordinaten T v = x, v u = x. Tang. φ, u s = x Sec. φ'
bestimmt, und wenn man s s' senkrecht auf die Ebene b
so ist T s' die Projection des Strahles auf diese Ebene u

$s' T v = \text{Sec.}\ \varphi\ \text{Tang.}\ \alpha$;

$s' T f = \beta + s' T v$,

$s' T v = \frac{\text{Sin.}\ \alpha}{\sqrt{(\text{Sin.}^2\ \alpha + \text{Cos.}^2\ \varphi\ \text{Cos.}^2\ \alpha)}}$

$s' T v = \frac{\text{Cos.}\ \alpha\ \text{Cos.}\ \varphi}{\sqrt{(\text{Sin.}^2\ \alpha + \text{Cos.}^2\ \alpha\ \text{Cos.}^2\ \varphi)}}$

$s' T f = \frac{\text{Sin.}\ \beta\ \text{Cos.}\ \alpha\ \text{Cos.}\ \varphi + \text{Cos.}\ \beta\ \text{Sin.}\ \alpha}{\sqrt{(\text{Sin.}^2\ \alpha + \text{Cos.}^2\ \alpha\ \text{Cos.}^2\ \varphi)}}$

i. $s' T f = \frac{\text{Cos.}\ \beta\ \text{Cos.}\ \alpha\ \text{Cos.}\ \varphi - \text{Sin.}\ \beta\ \text{Sin.}\ \alpha}{\sqrt{(\text{Sin.}^2\ \alpha + \text{Cos.}^2\ \alpha\ \text{Cos.}^2\ \varphi)}}$

$s' T s = \frac{s' s'}{T s'} = \frac{v u}{T s'}$

$= \frac{\text{Tang.}\ \varphi}{\sqrt{(1 + \text{Sec.}^2\ \varphi\ \text{Tang.}^2\ \alpha)}}$

$= \frac{\text{Sin.}\ \varphi\ \text{Cos.}\ \alpha}{\sqrt{(\text{Cos.}^2\ \varphi\ \text{Cos.}^2\ \alpha + \text{Sin.}^2\ \alpha)}}$

s. $s' T s = \sqrt{(\text{Sin.}^2\ \alpha + \text{Cos.}^2\ \alpha\ \text{Cos.}^2\ \varphi)}$

Einfallsloth liegt in eben dieser Ebene b f c und ist auf :cht; der Winkel, den s' T mit demselben macht, ist 0° — f T s', und wenn ich dieses Einfallsloth mit T p ;, so ist

$\text{Cos.}\ S T p = \text{Cos.}\ p T s'\ .\ \text{Cos.}\ s T s'$
$= \text{Sin.}\ \beta\ \text{Cos.}\ \alpha\ \text{Cos.}\ \varphi + \text{Cos.}\ \beta\ \text{Sin.}\ \alpha$.

er Winkel mag ω heifsen, und es ist bekannt, dafs ebrochenen Strahl T t,

$' = \text{m. Sin.}\ \omega$. Da der gebrochene Strahl in der Ebene ibt, deren Neigung = i gegen b f c aus dem vorigen wird, so läfst sich die Projection des gebrochenen auf b f c und die Neigung des gebrochenen Strahles ge- Projection angeben. Es ist nämlich

$i = \text{Sin.}\ S T p s' = \frac{\text{Sin.}\ s' T s}{\text{Sin.}\ S T p} = \frac{\text{Sin.}\ \varphi\ \text{Cos.}\ \alpha}{\text{Sin.}\ \omega}$

ı so gut auch

$i = \frac{\text{Sin.}\ t T t'}{\text{Sin.}\ t T p'} = \frac{\text{Sin.}\ t T t'}{\text{m. Sin.}\ \omega}$,

$t T t' = \text{m. Sin.}\ \varphi\ \text{Cos.}\ \alpha = \text{m. Sin.}\ s' T s$.

r $\text{Cos.}\ t' T p' = \frac{\text{Cos.}\ t T p'}{\text{Cos.}\ t T t'}$

$$= \frac{\sqrt{(1 - m^2 . \mathrm{Sin.}^2 \omega)}}{\sqrt{(1 - m^2 . \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin.}^2 \varphi)}}$$

$$\mathrm{Sin.}\, t' T p' = \frac{m \sqrt{(\mathrm{Sin.}^2 \omega - \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin}^2 \varphi)}}{\sqrt{(1 - m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin.}^2 \varphi)}}$$

$$\text{oder } \mathrm{Sin.}\, t' T p' = \frac{m (\mathrm{Cos.}\, \alpha \, \mathrm{Cos.}\, \beta \, \mathrm{Cos.}\, \varphi - \mathrm{Sin.}\, \alpha \, \mathrm{Sin}}{\sqrt{(1 - m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin.}^2 \varphi)}}$$

Da für den hier zu betrachtenden Fall eines Minimu Brechung gewiſs $t'T$ mit cf parallel seyn muſs, so ist $\mathrm{Sin.}\, t'Tp' = \mathrm{Sin.}\, 30° = \frac{1}{2}$ und φ wird durch die Glei

$$\tfrac{1}{4} = \frac{m^2 (\mathrm{Cos.}\, \alpha \, \mathrm{Cos.}\, \beta \, \mathrm{Cos.}\, \varphi - \mathrm{Sin.}\, \alpha \, \mathrm{Sin.}\, \beta)^2}{1 - m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin.}^2 \varphi}$$

gefunden, also

$$1 - m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin.}^2 \varphi = 4 m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha \, \mathrm{Cos.}^2 \beta \, \mathrm{Cos.}^2$$
$$- 8 m^2 \mathrm{Sin.}\, \alpha \, \mathrm{Cos.}\, \alpha \, \mathrm{Sin.}\, \beta \, \mathrm{Cos.}\, \beta \, \mathrm{Cos.}\, \varphi + 4 m^2 \mathrm{Sin.}^2 \alpha \, \mathrm{Si}$$
$$1 - m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha - 4 m^2 \mathrm{Sin.}^2 \alpha \, \mathrm{Sin.}^2 \beta$$
$$= m^2 \mathrm{Cos}^2 \varphi \, (4 \mathrm{Cos.}^2 \beta - 1) \, \mathrm{Cos.}^2 \alpha$$
$$- 8 m^2 \mathrm{Cos.}\, \varphi \, \mathrm{Sin.}\, \alpha \, \mathrm{Cos.}\, \alpha \, \mathrm{Sin.}\, \beta \, \mathrm{Cos.}\, \beta.$$

Hiedurch ist φ eine gegebene Gröſse, die bei geg Sonnenhöhe für jeden Werth von β einen andern Werth Aber durch eben diese Ausdrücke, die hier $\mathrm{Sin.}\, t'T$ $\mathrm{Cos.}\, b'Tt'$ bestimmten, wird auch $\mathrm{Cos.}\, bt'T$ gefunden, we Neigung des ausfahrenden Strahles gegen den Horizont, Azimuthalwinkel bedeutet, den der ausfahrende Strahl mi Ebene bfc macht; statt β muſs aber dann $\beta' = 120° - \beta$ ge werden, weil dies die Neigung der zweiten Ebene ist. hat also

$$\mathrm{Cos.}\, bt'T = \frac{m (\mathrm{Cos.}\, \alpha' \, \mathrm{Cos.}\, \beta' \, \mathrm{Cos.}\, \varphi' - \mathrm{Sin.}\, \alpha' \, \mathrm{Sin.}\, \beta}{\sqrt{(1 - m^2 \mathrm{Cos.}^2 \alpha' \, \mathrm{Sin.}^2 \varphi')}}$$

und $\mathrm{Sin.}\, tTt' = m \, \mathrm{Sin.}\, \varphi' \, \mathrm{Cos.}\, \alpha'$; da dieses $= m \, \mathrm{Sin.}\, \varphi . \mathrm{C}$ seyn muſs, so ist

$$\mathrm{Cos.}\, \alpha' = \frac{\mathrm{Sin.}\, \varphi \, \mathrm{Cos.}\, \alpha}{\mathrm{Sin.}\, \varphi'}$$

und der Nenner in $\mathrm{Cos.}\, bt'T$ ist genau dem in $\mathrm{Sin.}\, t'Tp'$ gl

$$\text{also } \mathrm{Cos.}\, \alpha \, \mathrm{Cos.}\, \beta \, \mathrm{Cos.}\, \varphi - \mathrm{Sin.}\, \alpha \, \mathrm{Sin.}\, \beta$$
$$= \mathrm{Cos.}\, \alpha' \, \mathrm{Cos.}\, \beta' \, \mathrm{Cos.}\, \varphi' - \mathrm{Sin.}\, \alpha' \, \mathrm{Sin.}\, \beta'$$

woraus α' und φ' gefunden werden.

Um hier nur einige Beispiele zu geben, sey erstlich α: oder die Sonne im Horizonte; dann gehören folgende Z zusammen:

β		φ		α′		φ′	
49°	5′	0°	0′	21°	50′	0°	0′
48	0	17	55	22	37	19	23
46	0	28	40	24	20	31	46
43	0	37	34	26	20	42	52
40	0	43	12	27	56	50	47
30	0	53	15	31	13	69	33

…igt sich also ein den Ring oben berührender Bogen, …kein horizontaler Kreis ist, sondern in den Azimuthal-…n $\varphi' - \varphi$

=	1°	28′;	0°	47′	höher,
=	3	6	2	30	höher,
=	5	18	4	30	höher,
=	7	35	6	6	höher,
=	16	18	9	23	höher liegt,

…n Abstande aber wegen der grofsen Werthe von φ schon …t werden mufs.

…y zweitens $\alpha = 30°$, so ergeben sich folgende Zahlen.

β		φ		α′		φ′	
19°	5′	0°	0′	51°	50′	0°	0′
17	0	18	6	51	40	25	48
15	0	24	57	51	44	36	9
13	0	30	1	51	29	44	6
10	0	35	56	51	7	53	26
5	0	43	22	49	41	66	50
0	0	49	4	47	51	77	9

…r Bogen ist hier also beinahe horizontal, indem seine …n 17½ Gr. Azimuthal-Abstand sich erst um 43′ geändert hat.

…sey drittens $\alpha = 50°$.

β		φ		α′		φ′	
— 0°	55′	0°	0′	71°	50′	0°	0′
— 3	0	19	21	70	12	38	58
— 7	0	32	25	67	17	63	16
— 10	0	39	21	65	1	74	47

…diesem dritten Falle liegt also, wenn man den Berüh-…ogen als einen ungefähren Kreisbogen betrachtet, der …unct jenes Bogens ziemlich weit jenseits des Zeniths.

…ir den am untern Puncte berührenden Bogen mufs man …nz genau eben so rechnen, nur wird jetzt statt

s'Tf; s'Tb = β — s'Tv vorkommen. Als Beispiel habe für die Sonnenhöhe α = 30° gerechnet, und finde:

α = 30°

β		φ		α'		φ'	
100°	55'	0°	0'	8°	10'	0°	0'
100	0	25	15	6	55	21	51
99	0	36	4	5	33	30	49
97	0	50	29	2	58	41	59

Dagegen für α = 35° werden folgende Werthe statt fin

β		φ		α'		φ'	
84°	5'	0°	0'	13°	10'	0°	0'
85	0	21	16	12	28	17	43
86	0	30	19	11	46	24	59
90	0	50	33	9	40	39	55
95	0	64	18	7	52	48	9
100	0	73	26	7	20	52	20

Bei 30 Grad Sonnenhöhe zeigt sich dieser Bogen also einem Kreisbogen ähnlich, indem in dem Azimuthal-Abst = 3° 24' der Bogen um 1° 15'; in dem Abstande = 8' der Bogen um 5° 12' herabgegangen, also nach oben con ist; — eigentlich nicht ganz so viel, als ein Kreisbogen es würde. Aber bei gröſseren Sonnenhöhen müſste, wie die Be nung zeigt, die Abweichung vom Kreisbogen gegen die En hin merklicher werden, und man sollte wohl den im höch Puncte nach oben convexen Bogen weiter hin eine entgegen setzte Krümmung zeigend wahrnehmen. Bei 35° Höhe geht zusammen:

Azimuthal-Abstand vom höchsten Puncte.		Unterschied der Höhe.	
3°	33'	0°	42'
5	20	1	24
10	38	3	30
16	9	5	18
21	6	5	50

Bis zu 10 oder 15 Graden Azimuthal-Abstand be man diese Hinneigung zu einer entgegengesetzten Krüm noch nicht sehr; es wäre also näher zu untersuchen, o Beobachtungen bei gröſserer Sonnenhöhe eine solche Krüm andeuten. Sehr glänzend muſs der unten angefügte convexe B seyn, besonders da, wo er sich an den Ring anschlieſst;

ı 30° Sonnenhöhe annehme, und die Strahlen betrachte, ie Prismen treffen, bei denen $\varphi = 0$ bis 25 Grade ist, igen diese im untern Bogen ihr Licht auf einem Bogen raden, im obern Bogen auf einem Bogen von 11 Graeses stimmt mit LOWITZ, der diesen Bogen sehr glänınt, zusammen; aber sein gezeichneter Kreisbogen venn die Rechnung richtig ist, nicht ganz so tief sich trecken. — Künftige Beobachtungen werden also hier uere Bestimmungen ergeben müssen.

ı diese Erklärung müssen wir nun auch auf die Berühıse des zweiten Ringes anzuwenden suchen. Wenn Strahl nicht mehr soll hervorgehen können, so müſste ι' und β' angewandte Ausdruck für Sin. STp gröſser n, und es muſs also für die Grenze, Sin. β' Cos. α' Cos. φ' ι' Cos. β' seyn, indem ich α' aus leicht erhellenden negativ erhalte, wie es auch bei dem obigen Zahlensich ergab. Das gäbe

$$\text{Cos. } \varphi' = \text{Tang. } \alpha' \text{ Cos. } \beta'$$

ıuch hier $\text{Sin. } \varphi' = \frac{\text{Sin. } \varphi \text{ Cos. } \alpha}{\text{Cos. } \alpha'}$ ist,

l ferner $b t' T = 120° - b T t' = 30° + p' T t'$,

ist m (Cos. α' Cos. β' Cos. φ' + Sin. α' Sin. β')

= Cos. 30° Cos. $p' T t'$ — Sin. 30° Sin. $p' T t'$,

ːr Cos. α' Cos. β' Cos. φ' + Sin. α' Sin. β'

$$30° \sqrt{\left(\frac{1}{m^2} - 1 + (\text{Cos. } \alpha \text{ Sin. } \beta \text{ Cos. } \varphi + \text{Sin. } \alpha \text{ Cos. } \beta)^2\right)}$$

$$\text{Sin. } 30° \text{ (Cos. } \alpha \text{ Cos. } \beta \text{ Cos. } \varphi - \text{Sin. } \alpha \text{ Sin. } \beta)$$

ɪrste Theil durch den Werth von Cos. φ' in Sin. α' Cosec. β' ıt; aus diesen drei Gleichungen müſsten bei gegebenem ?, die Gröſsen α', φ, φ' gefunden werden.

ll $\varphi' = 0$ und $\varphi = 0$ seyn, so ist $\alpha' = \beta'$, wie es ınz richtig ist, und die letzte Gleichung giebt dann

$$. (\alpha' - \beta') = \text{Cos. } 30° \sqrt{(1 - m^2 \text{ Cos.}^2 (\alpha + \beta))}$$
$$- m \text{ Sin. } 30° \text{ Cos. } (\alpha + \beta).$$

ı in diesem Falle $\alpha + \beta$ der Winkel des einfallenden mit der Seitenfläche ist, so hat man, wenn σ den Winꞩ gebrochenen Strahls mit der Seitenfläche bezeichnet, =m. Cos. $(\alpha + \beta)$ und m = Cos. 30° Sin. σ — Sin. 30° Cos. σ $(\sigma - 30°)$ oder m = Cos. $(120° - \sigma)$, wie es da der

is einer scheinbaren Höhe $= 51^\circ 50' + 21^\circ 50' = 73^\circ 40'$
e; aber bei anderer Lage, bei einem andern Werthe
giebt es ebenfalls einen dem Minimum entsprechenden
on β, welchem dann eine in Azimuth und Höhe andere
zweimal gebrochenen Strahls entspricht, und so ent-
e Zerstreuung, die freilich auch bei dem zweiten Ringe,
icht ganz so stark, statt findet. Die Vereinigung die-
samen Strahlen nach zwei Brechungen mit jenen vorhin
ten letzten hervorgehenden Strahlen kann daher nur
wissen Umständen statt finden. Unter den Prismen, die
schon gebrochenen Strahle getroffen werden, sind ge-
n so viele, die $\varphi = 0$, als die $\varphi = 10^\circ$, $\varphi = 20^\circ$ und
r, geben; aber alle von $\varphi = 0$ bis $\varphi = 20^\circ$ geben der
g des auffallenden Strahles einen gleichen Höhenwinkel
ne grofse Aenderung des Azimuthalwinkels; diese Pris-
mmen also vorzugsweise in Betrachtung, und obgleich
n $51^\circ 44'$ Höhe kommende Strahl auch durch andere
so gebrochen werden kann, dafs er als ein wirksamer
anzusehen wäre, wenn diese Prismen allein da wären,
och für $\varphi = 0$ bis $\varphi = 10^\circ$ die Lichtstärke viel auffallen-
bei andern Werthen. Hiernach, scheint es mir, kann
nehmen, dafs die dem ersten Berührungsbogen entspre-
n Strahlen nach abermaliger Brechung einen um $21^\circ 50'$
lb jenem liegenden zweiten Bogen darstellen könnte, und
be folgende Vergleichung, wenn ich hier die vorhin be-
ten Höhen im zweiten Bogen mit α'', das Azimuth mit
p bezeichne, und die der jetzigen Betrachtung entspre-
n $= \alpha'''$ und $= \varphi''' - \varphi = \varphi' - \varphi$ sezte:

ür $\alpha = 0^\circ$

α'		$\varphi' - \varphi$		α''		$\varphi'' - \varphi$		α'''		$\varphi''' - \varphi$	
21°	50′	0°	0′	43°	28′	0°	0′	43°	40′	0°	0′
. .	. .	. .	. .	43	18	3	47				
22	37	1	28	. .	. .	. .	. .	44	27	1	28
. .	. .	. .	. .	42	40	7	43				
24	20	3	6	. .	. .	. .	. .	46	10	3	6
. .	. .	. .	. .	41	45	12	5				
26	20	5	18	. .	. .	. .	. .	48	10	5	18
. .	. .	. .	. .	40	4	17	8				
27	56	7	35								
31	13	16	18								

Hier fände also kein Zusammentreffen statt, und bei so niedriger Stellung der Sonne könnten beide Erscheinungen sich gegenseitig verstärken.

Für $\alpha = 30°$ ist es anders:

φ	α'	$\varphi' - \varphi$	α''	$\varphi'' - \varphi$	α'''	$\varphi''' - \varphi$
0° 0′	51° 50′	0° 0′	73° 28′	0° 0′	73° 40′	0° 0′
4 0	. . .	. . .	73 25	8 17		
0	. . .	. . .	72 0	19 8		
6	51 50	7 43	. . .	. . .	73 40	7 43
0	. . .	. . .	68 35	34 12		
	51 44	11 12	. . .	. . .	73 34	11 12
1	51 29	14 5	. . .	. . .	73 19	14 5
6	51 7	17 30	. . .	. . .	72 57	17 30

eiche Azimuthe $\varphi'' - \varphi = \varphi''' - \varphi$ findet man hier endes.

$\varphi'' - \varphi$	α''	α'''
0 0	73° 28′	73° 40′.
8 0	73 25	73 40
11 0	73 0	73 34
14 0	72 40	73 19
17 30	72 12	72 57

also ein viel näheres Zusammentreffen, das vielleicht bei etwas veränderter Sonnenhöhe noch genauer wird.

Es sey mir jetzt erlaubt, noch etwas über die übrigen Berührungsbogen zu sagen. Ich erinnere mich keiner Beobachtung, wo am innern Ringe an andern Stellen solche Bogen angegeben wären; aber ich vermuthe, dafs die von Lowitz beobachteten, in Fig. 103. mit xi, yk bezeichneten Bogen solche Berührungsbogen waren, und dafs die Nebensonnen x, y, verschwanden, als bei höherem Steigen der Sonne diese Kreise nicht mehr den Horizontalkreis berührten. Dafs die den zweiten Ring berührenden Kreise tt, vv gerade da zu berühren scheinen, wo der Bogen zw = 120° ist, habe ich schon oben bemerkt, und gezeigt, dafs, wie auch diese Berührungskreise erklärt werden mögen, wohl gewifs eben die Erklärung, welche für die oben betrachteten Berührungsbogen statt findet, auch hier anwendbar seyn würde, nämlich mit Hülfe der Eisnadeln, die 60 Gr. gegen die vorigen geneigt sind. Es würde hier eine eben solche Berechnung der Form dieser Bogen zu führen wie vorhin, und sowohl die Lowitz'sche, als auch die N

eobachtung könnte zur Vergleichung mit der Theorie

ſs hier, um nicht allzu weitläuftig zu werden, die
ig abbrechen, und bemerke nur, daſs Beobachtun-
nen möglichst genaue Messungen angestellt wären,
sind, um die Richtigkeit der bisher erörterten Theo-
n; da aber das Phänomen bei jeder veränderten Son-
anderes wird, so müſste man die Zeiten, wo die
essungen statt fanden, zugleich mit angeben, und
Messungen in Rechnung ziehen, die auch nicht bei
nenhöhe angestellt sind.
andere beobachtete Erscheinungen will ich nun noch
d zum Theil zu erklären suchen.
EPINUS Erzählung [1] sieht man nicht ganz selten einen
lliptischen Bogen b d c, der den ersten kreisförmi- Fig.
k umgiebt. Der mondförmige Raum zwischen bei- 103.
r als der innerhalb des Kreises liegende, und auch
lliptische, gewöhnlich sehr matte Ring, innen roth,
ch weiſs. Aehnliche Erscheinungen sind auch von
ıen [2]. An diese Beobachtungen schlieſsen sich die
en an, wo ein zweifacher oder dreifacher Kreis
öhnlichen einfachen ersten Ringes gesehen ist [3].
diese ganzen Kreise (deren SCHULT einen um die
ntrum, einen, dessen Centrum etwas rechts, einen,
um etwas links von der Sonne lag, beobachtete),
worden, so würde man diese Ellipse auf folgende
en. Wir haben gesehen, daſs verticale Nadeln bei
nstande eine Nebensonne auſserhalb des kreisför-
s, horizontal neben der Sonne, hervorbringen;
adeln etwas von der verticalen Stellung abweichend
der Anzahl vorhanden, so würden diese auch Ne-
n jene angereihet, hervorbringen, und wenn man
stehenden Nadeln, allmälig immer mehr von der

omm. Petrop. VIII. 392.
. I. 219. Nov. Comm. Petrop. X. 375. Ph. Tr. 1761. 3.
308. Hugen. p. 348. Edinb. Journ. of Science IX. 89.

führt eine solche von SCHEINER angestellte Beobach-
s LOWITZ und SCHULT solche Kreise sahen, habe ich

Verticallinie abweichend, annimmt, so erhält man einen elli schen Ring, in dessen Durchschnitte mit dem Horizontalkreise lebhaftern Nebensonnen stehen, weil ohne Zweifel der vertic Nadeln mehrere, als der übrigen, vorhanden sind.

Auf diese Weise mögen in manchen Fällen diese Elli entstehen, und diese Erklärung scheint mir genügender, al von Venturi, welcher horizontale Prismen dabei vorauss jedoch keine strenge Untersuchung über den Weg des Li in horizontalen Prismen anstellt. Aber auch noch auf eine z te Weise kann ein solcher elliptischer Ring entstehen. Ge der Horizontalkreis wäre in der Nähe der Sonne so glänz dafs er selbst wieder um jeden seiner Puncte einen ersten zeigen könnte, so würden diese vereinigten Höfe nur einen len Raum, begrenzt an der Stelle, die 22 Grade von dem I jenes leuchtenden Bogens ab läge, darstellen, so wie Fra hofer es sich zur Erklärung der Berührungskreise dachte. re nur *eine* sehr glänzende Wolke oder ein sehr heller T des Horizontalkreises an jeder Seite der Sonne, so entstän zwei excentrische Kreisringe, so wie Schult sie beobacht Es bleibt dabei nur auffallend, dafs sie genau symmetrisch beiden Seiten der Sonne liegen[1].

Eine andere Abweichung von der gewöhnlichen Anordn des Phänomens besteht darin, dafs zuweilen, aber doch selten, der Halbmesser des ersten Ringes kleiner als 22 Grad Musschenbroek behauptet, dafs am 23. Febr. 1734 ein cher Ring anfangs 23 Gr. Halbmesser gehabt und nach $1^h 25'$ bis auf $18\frac{1}{2}$ Gr. verkleinert habe[2].

Solche Kreise, deren Halbmesser andere als die gew lichen Abmessungen hatte, sah auch Rever in Pont-Aud Es erschienen drei Cirkel, welche die Sonne zum Mittelp hatten; der Durchmesser des kleinsten $=35°$, des dritten = Ein vierter Kreis hatte sein Centrum im Umfange des e sein Umfang ging durch die Sonne und berührte von inne gröfsten der drei concentrischen Kreise. Durch den Berühr

1 Man hat zuweilen ganz nahe über und unter der Sonn bensonnen gesehen, die ich, als nicht zu unserm Phänomen geh hier nicht näher betrachte: wenn solche Nebensonnen auch ho tal ihr zur Seite stehen können, so würde die Voraussetzung solcher Nebensonnen diesen symmetrischen Stand erklären.

2 Mém. de Paris 1785. 87.

vierten und dritten gingen zwei Halbkreise, die sich
it den convexen Seiten berührten, so dafs ihre Tan-
n die Sonne gerichtet war; diese sowohl als der vier-
farbig, die ersten drei dagegen weifs[1]. — Dieses
o ein ganz andres Phänomen gewesen zu seyn[2].
inigen sonst regelmäfsigen Erscheinungen von Neben-
ben sich noch mehrere Bogen als gewöhnlich gezeigt.
piel sah HANSTEEN bei dem oft erwähnten schönen
ie am 27. März 1826 zwei Bogen, die sich, gegen die
ıcav, von dem höchsten Puncte des innern Ringes in-
es dortigen Berührungsbogens bis an diesen erstreckten.
diesem Phänomene sah SCHULT zwischen den mit hr, Fig. 103.
chneten Bogen noch durch h gehende Bogenstücken,
STEEN glaubte ihre Verlängerung oberhalb h zu sehen.
ganz anders angeordnet mufs man wohl das Phänomen
, wo vier Kreise durch die Sonne gingen, und einer
onne. Ebenso folgendes[4]: Es erschien erstlich der
che erste Ring und in seinem obern Puncte eine helle
ıne; um diese, als Mittelpunct, ging ein zweiter Hof
pelt so grofsem Durchmesser als der erste, in welchem,
ıl neben der ersten Nebensonne, zwei Nebensonnen, an
te eine, standen. Diese letztern waren wieder Mittel-
on zwei hellen Kreisen. — Dieser Erscheinung eini-
n ähnlich ist eine von BRAUN in einer Zeichnung dar-

Da jeder hinreichend helle Fleck am Himmel wie-
a Hof um sich geben kann, so ist eine solche Verviel-
der Kreise nicht unmöglich aber diese Erscheinungen
unvollkommen beschrieben, um eine Erklärung, wie
ınden seyn mögen, zu versuchen.

schliefse diesen Artikel mit dem Wunsche, dafs künf-
bachter uns genaue Ausmessungen der Höfe und andern
eben mögen, indem nur so die richtige Theorie entdeckt
hier angegebene entweder bestätigt oder widerlegt wer-
n. *B.*

érussac bull. de math. 1827. Janv. p. 56.
leinere Ringe sind auch angegeben in Edinb. phil. Tr. Vol.
von Braun in Nov. Comm. Petrop. VI. 425.
illimans american Journ. XI. 368.
dinb. Journ. of science XIII. 113.

Hohlspiegel.

Speculum concavum. Miroir concave. *Concave Mirror.*

Unter diesem Namen sind alle die Spiegel begriffen, deren krumme Oberfläche dem Gegenstande und folglich auch dem Beobachter die hohle Seite zukehrt. Der parabolische und die sphärische Spiegel kommen vorzüglich im wirklichen Gebrauche vor[1].

Der parabolische Hohlspiegel. *Speculum parabolicum*, Miroir parabolique; *Parabolical Mirror.* Seine Form ist die eines parabolischen Konoids, oder sie stimmt mit derjenigen krummen Fläche überein, welche durch Umdrehung einer Parabel um ihre Hauptaxe entstehen würde. Diese Axe heifst daher auch die Axe des Spiegels, und alle durch sie gelegte Ebenen bilden mit dem Spiegel parabolische Querschnitte, die einander vollkommen gleich sind.

Wenn auf diesen Spiegel Strahlen mit der Axe parallel auffallen, so werden sie alle genau in einem einzigen, in der Axe des Spiegels liegenden, Puncte vereinigt, welcher der *Brennpunct* der Parabel heifst. Die Parabel hat nämlich die Eigenschaft, dafs, wenn man von einem Puncte in ihr eine Linie gegen den Brennpunct zu und eine mit der Hauptaxe parallel zieht, diese beiden Linien gleiche Winkel mit der Tangente machen; da nun jeder auf den Hohlspiegel auffallende Strahl so zurückgeworfen wird, dafs der zurückgeworfene Strahl eben den Winkel mit der Tangente einschliefst, wie der einfallende Strahl, so wird jeder mit der Axe parallel einfallende Strahl in den Brennpunct zurückgeworfen. Diese Strahlen bringen also hier ein ganz vollkommnes Bild desjenigen Punctes hervor, welcher in der Axe und zugleich sehr entfernt liegt.

Um von minder entfernten Puncten ein Bild zu erhalten, bedient man sich nicht gerade des parabolischen Spiegels; ich stelle daher darüber keine Untersuchung an. Dagegen ist die Frage wichtiger, ob denn der parabolische Spiegel auch Strah-

---

1 Eine Anwendung des elliptischen Spiegels kommt im Art. *Mikroskop* vor.

e zwar unter sich parallel einfallen, aber mit der ıleinen Winkel machen, gut zu einem Bilde vereinia wir bei Beobachtungen entfernter Gegenstände doch den Punct, welcher genau in der Axe liegt, sondie benachbarten Puncte deutlich zu sehen verlanmmt es auf diese Untersuchung allerdings an.

DP ein solcher Strahl, der unter dem Winkel $= \alpha$ Axe geneigt einfällt, und UZ sey derjenige mit ihm rahl, welcher die Parabel in Z senkrecht trifft, also ›st reflectirt wird, dann können wir die Durchschnittshen, welche die übrigen zurückgeworfenen Strahlen lden. Fig. 114.

U die unter dem Winkel $= \alpha$ geneigte Normallinie l seyn soll, und bekanntlich, (wenn eines Punctes abel Abscisse $= x$, Ordinate $= z$ ist, und der Pa- $= p$) der Neigungswinkel $= \zeta$ der Normallinie gegen urch Tang. $\zeta = \frac{2z}{p}$ gegeben ist, so sind des Punctes ıaten, $z' = \frac{1}{2}$ p. Tang. α; $x' = \frac{1}{4}$ p. Tang.^{2} α und ı einen Punct der Linie UZ durch auf einander senkordinaten u und v bestimmt, so ist $v = (x' + \frac{1}{2}p$ ng. $\alpha = (\frac{1}{2}p + \frac{1}{4}p$ Tang.^{2} $\alpha - u)$ Tang. α. Für lern Strahl DP der mit UZ parallel einfällt, sey PR Einfallspuncte zugehörige Normallinie, also Tang. PRQ . $\zeta = \frac{2z}{p}$; dann wird der Winkel ASP, unter welr zurückgeworfene Strahl die Axe trifft, $= 2\zeta - \alpha$, $+$ SQ $= x + z$ Cotang $(2\zeta - \alpha)$, also giebt die Gleir jeden Punct dieses Strahles $v' = (x + z$ Cotang $(2\zeta - \alpha)$ ng. $(2\zeta - \alpha)$ $=$ oder $v' = (x - u')$ Tang. $(2\zeta - \alpha) + z$, er letztere Strahl schneidet den zuerst betrachteten da, u, $v' = v$ ist.

diesen Durchschnittspunct für unsern Fall, wo α so ζ, welches ich $= \xi\alpha$ nennen will, klein sind, hinreinau zu finden, setze ich Tang. $(2\zeta - \alpha) = (2\xi - 1)\,\alpha$ $-1)^3\alpha^3$ .und ebenso Tang. $\alpha = \alpha + \frac{1}{3}\alpha^3$. Dann geben h gesetzten Werthe von $v = v'$, $\frac{1}{4}$ p $(\alpha + \frac{1}{3}\alpha^3)$ $- u\,(\alpha + \frac{1}{3}\alpha^3)$.

$^2\,(2\xi - 1)\,\alpha^3 - u\,((2\xi - 1)\,\alpha + \frac{1}{3}\,(2\xi - 1)^3\,\alpha^3)$
$+ \frac{1}{2}\,p\,(\xi\alpha + \frac{1}{3}\xi^3\alpha^3)$.

$$\text{also } u = \frac{\frac{1}{2}p(\xi-1)\alpha + (\frac{2}{3}\xi^3 - \frac{1}{4}\xi^2 - \frac{5}{12})p\alpha^3}{(2\xi-2)\alpha + \frac{1}{3}(2\xi-1)^3\alpha^3 - \frac{1}{3}\alpha^3}$$

$$\text{oder } u = \frac{1}{4}p + \frac{(3\xi+1)}{8}p\alpha^2.$$

Für jeden Punct P also, für welchen die Normallini Winkel $=\xi\alpha$ mit der Axe einschliefst, ist die Lage des D schnittspunctes mit dem mittlern Strahle durch

$$u = \frac{1}{4}p + \frac{1}{8}p\alpha^2 + \frac{3}{8}p\xi\alpha^2,$$

$$\text{und } v = (\frac{1}{2}p - u)(\alpha + \frac{1}{3}\alpha^3) + \frac{1}{4}p\alpha^3,$$

$$\text{oder } v = \frac{1}{4}p\alpha + (\frac{5}{24} - \frac{3}{8}\xi)p\alpha^3,$$

bestimmt. Der Vereinigungspunct für die unendlich nah z einfallenden Strahlen ist also, weil dort $\xi = 1$ ist, durch

$$u'' = \frac{1}{4}p + \frac{1}{2}p\alpha^2,$$

$$v'' = \frac{1}{4}p\alpha - \frac{1}{6}p\alpha^3,$$

bestimmt. Die Abweichung von diesem Puncte ist es was eine Undeutlichkeit des Bildes hervorbringen kann, diese ist für u, als Längen-Abweichung $= \frac{3}{8}(1-\xi)p\alpha^2$, für v, als Seiten-Abweichung $= \frac{3}{8}(\xi-1)p\alpha^3$. Beide sind folglich dem Abstande $= (\xi-1)\alpha$ von dem se recht auffallenden Strahle proportional, fallen aber bei der Kl heit des α immer geringe aus.

Der sphärische Hohlspiegel; *Specul sphaericum concavum;* Miroir sphérique; *Sphe cal Mirror*, ist ein Theil der hohlen Kugelfläche. Die des Spiegels heifst hier die durch die Mitte des Spiegels und Kugel Mittelpunct gezogene gerade Linie, indem man den S gel als durch einen Kreis begrenzt annimmt, welcher dann auf diese Linie senkrechter Parallelkreis ist.

1. Wir wollen nun den Vereinigungspunct für Str suchen, welche, von einem Puncte in der Axe ausgel vom Spiegel zurückgeworfen werden. Es sey CB der I
Fig. 115. messer des Hohlspiegels $= r$; CA $= a$ der Abstand des l tenden Punctes vom Centro, und BCD $= \psi$ der Winkel, cher den Punct des Auffallens bestimmt. Dann ist Tang. $= \frac{a.\text{Sin}.\psi}{r + a\text{Cos}.\psi}$, und da für den zurückgeworfenen Strahl EDC = ADC, so ist CE $= \frac{r.\text{Sin}.\text{CDA}}{\text{Sin}.(\psi + \text{CDA})} = \frac{ar}{r + 2a\text{Cos}.}$

rahlen, welche sehr nahe an der Axe liegende Puncte ψ sehr klein, also je kleiner ψ ist, desto näher

$$CE = \frac{ar}{r + 2a}.$$

ısdruck giebt die Stelle des Bildes. Es läſst sich näm-ı, daſs wenn gleich die entfernteren Strahlen sich ı hier vereinigen, dennoch die hier in einem sehr ıume vereinigten Strahlen so überwiegend sind, daſs l des leuchtenden Punctes geben, welches freilich daſs die entfernteren Strahlen nicht strenge in densel-: kommen, ein wenig undeutlich wird. Auf diese ng wegen der Gestalt des Spiegels komme ich nach-t.

ieses Bild nimmt einen verschiedenen Platz ein, je-der leuchtende Punct in der Axe eine andere Stelle er-Wenn er ungemein entfernt, $a = \infty$ ist, oder die parallel einfallen, so ist $CE = \frac{1}{2}r$, und dieses ist die *ite* des Spiegels, wo nämlich die von unendlich ent-Gegenständen her kommenden Strahlen, z. B. die der Sonne, sich vereinigen. 2. Bleibt a positiv, oder leuchtende Punct noch jenseits des Mittelpunctes, so leiner als $\frac{1}{2}r$, oder das Bild rückt gegen den Mittel-, je kleiner a wird. 3. Ist a negativ, das heiſst, liegt htende Punct zwischen dem Mittelpuncte und dem Spie-wird CE negativ, und so lange a kleiner, als $\frac{1}{2}r$, ist, h noch immer ein Punct jenseits des Mittelpuncts ange-en, wo die Strahlen sich sammeln. Offenbar liegt jetzt da, wo im zweiten Falle der Gegenstand sich befand, tzt der Gegenstand sich da befindet, wo im zweiten s Bild hin fiel. 4. Für $a = -\frac{1}{2}r$ ist $CE = \infty$, das Lichtstrahlen, die aus dem Brennpuncte auffallen, wer-illel zurückgeworfen. 5. Ist $a = -\frac{r}{2} - b$, so giebt ıel $CE = \frac{-\frac{1}{2}r^2 - br}{-2b} = \frac{1}{2}r + \frac{1}{4}\frac{r^2}{b}$, also das Bild hin-Spiegel, und zwar um desto entfernter, je kleiner b ist. enn wir in den Hohlspiegel sehen, so zeigt sich uns ild der Gegenstände, und zwar sehen wir Bild und Ge-l ganz nahe an einander, wenn der Gegenstand die Ober-es Spiegels berührt, oder $a = -r$ ist; zieht man den

Gegenstand vom Spiegel ein wenig zurück, so dafs b etwa ner als $\frac{1}{2}$ r wird, so scheint das Bild sich immer mehr dem Spiegel von uns zu entfernen und wird dabei gröfse Brennpuncte gehalten, zeigt der Gegenstand, den wir als nur sehr kleinen Raum einnehmend ansehen müssen, kei und wenn er nur wenig vom Brennpuncte gegen den punct zu geht, so sehen wir das hinter uns liegende Bil sicher, ohne ihm einen festen Platz anweisen zu können im Artikel *Bild* gezeigt ist. Rückt der Gegenstand den telpuncte so nahe, dafs $\frac{ar}{r+2a} + r$ kleiner ist, als de stand meines Auges vom Spiegel, so sehe ich deutlich e dem Spiegel schwebendes Luftbild, welches sich dem S nähert, wenn der Gegenstand sich weiter vom Spiegel en kommt der Gegenstand im Mittelpuncte des Spiegels a trifft er mit dem Bilde zusammen und macht dadurch der telpunct kenntlich. Hierauf beruht der Schein, als ob di genspitze im Bilde gegen uns zu gehe, wenn wir die wirl Degenspitze um die Gegend des Kugelmittelpunctes gegen Spiegel zu bewegen. Die Gröfse des Bildes werde ich na bestimmen, und zugleich erwähnen, warum diese Bestim des Bildes nicht im strengsten Sinne ausreichend ist.

3. Für Strahlen, die nicht sehr nahe an der Axe einfal findet eine Abweichung von dem eigentlichen Puncte des Bi statt. Da wir für solche Strahlen CE allgemein $= \frac{ar}{r+2aC}$ fanden, so schneiden sie die Axe in einer Entfernung vom die $= \frac{ar}{r+2a\,\mathrm{Cos.}\,\psi} - \frac{ar}{r+2a}$ ist, und dieses wäre die weichung nach der Länge, die für a $= \infty$ in $\frac{1}{2}$ r (Sec. ψ übergeht. Die Entfernung des Strahles von der Axe an der S wo er neben dem Bilde vorbei geht oder die Seiten-Abwei ist dagegen $= ar \left\{\frac{1}{r+2a\,\mathrm{Cos.}\,\psi} - \frac{1}{r+2a}\right\}$ Tang. (CDA und sie geht für a $= \infty$ in $\frac{1}{2}$ r . Tang. 2 ψ .(Sec. $\psi - 1$) Da aber ψ doch immer nicht sehr erheblich ist, so kann die von ψ abhängenden Glieder in Reihen entwickeln un hält nahe genug,

für die Längen-Abweichung $= \frac{a^2\, r\, \psi^2}{(r+2a)^2}$;

e Seiten-Abweichung $= \frac{a^2 r \psi^3}{(r+2a)(r+a)}$;

für a ∞ geht jene in $= \frac{1}{4} r \psi^2$,

diese in $= \frac{1}{2} r \psi^3$, über.

itrahlen, die geneigt gegen die Axe, aber unter sich
ıfallen, ist hier keine neue Betrachtung nöthig; sie
ıf dem mit ihrer Richtung parallelen Radius ein Bild
wie die vorhin betrachteten in der Axe hervor, und
ln für die Abweichung sind also die eben angeführten.
ın wissen, ob ein parabolischer Spiegel für solche von
bweichende Strahlen bessere Dienste leiste, als ein
r, so müfste man so rechnen. Es sey des paraboli-
ʒgels Brennweite $= f$, also $p = 4f$, so war die oben
Formel für die Seiten-Abweichung $\frac{3}{8} p \alpha^3 (\xi - 1)$
$\xi - 1)$, die halbe Breite des Spiegels kann hier $= 2 f \xi \alpha$
ɜrden; eigentlich $= 2 f$ Tang. $\xi \alpha$, und wenn diese $= z$
ı ist also die Seiten-Abweichung $= \frac{3}{4} \alpha^2 (z - 2 f \alpha)$;
ärischen Spiegel hingegen ist sie $= f \psi^3 = f . \frac{z^3}{8 f^3}$,
ı $= z$ die Breite des Spiegels nahe genug ausdrückt. Da
mer sehr klein ist, so wird $+ \frac{3}{4} \alpha^2 (z - 2 f \alpha)$ allemal
ls $\frac{z^3}{8 f^2}$ seyn. Wäre z. B. $\alpha = \frac{1}{2}$ Grad $= 0{,}009$ und
f, was etwa einem Bogen von 12 Graden entspricht,
m parabolischen Spiegel

für $z = + 0{,}4 f$, die Abweichung $= 0{,}000023$
für $z = - 0{,}4 f$, diese aber $= 0{,}000025$
Beim Kugelspiegel $= 0{,}008$.

Jm die Vergröfserung richtig zu schätzen, welche die
ıgel, namentlich die sphärischen, bewirken, mufs man
ɜs überlegen. Wenn A a der gespiegelte Gegenstand Fig. 115.
st für den Punct α die Linie a c als Axe des Spiegels
ɜn, und das Bild e wird eben so bestimmt, wie vorhin
E. Da nun E e zwischen den Schenkeln des Winkels
a C A liegt, so ist e E $=$ a A . $\frac{CE}{CA}$, und das wirklich ent-
Bild ist gröfser als der Gegenstand, wenn CE > CA
entgegengesetzten Falle aber kleiner. Eben diese Be-
g findet noch statt, wenn das scheinbare Bild hinter
egel liegt. Ist G g ein solcher Gegenstand, so können

Linien schneiden, die als zurückgeworfene Strah bei wenig veränderter Stellung treffen. Stellt zu einen Punct vor, dessen Bild das Auge O im Spie mufs es bei richtiger Aufmerksamkeit das Bild n weil bei geringer Aendernng der Lage des Auges es dem bewegten Auge so scheint, als ob die refl len von L ausgingen. Dieser Punct L ist etwa von dem, wo ein in KC stehendes Auge den G versetzen würde, KC aber ist für den Punct k, Spiegels anzusehen.

Da es wegen dieser ungleichen Lage des Pun in völliger Strenge als wahren Ort des Bildes Punct giebt, so hat Kästner die Bestimmung d rung im Hohlspiegel von einer andern Seite aufge ein Gegenstand im ebenen Spiegel gesehen wird sich uns unter einer bestimmten, scheinbaren welcher scheinbaren Gröfse zeigt er sich uns im Es sey der Gegenstand ein Theil des Radius CF
Fig. 116. Auge; man sollte nun eigentlich fragen, wenn U, Puncte sind, wo liegen die Puncte V, Y, von w flectirten Strahlen in das Auge kommen? Da aber Beantwortung dieser Frage, von der ich nachh sagen will, auf keine bequeme allgemeine Form will ich für einen einzelnen Fall die Auflösung chen, nämlich wo liegt U, wenn O und V ge

57 . r; CX = 0,140657. r. Hier würde also UX
.r unter dem Winkel 1° erscheinen. Wäre dagegen
ebener Spiegel auf CV senkrecht aufgestellt, so sähe
O das Bild von UX, so als ob es sich in ux befände,
äre der senkrechte Abstand des Bildes u hinter dem
grofs, als der senkrechte Abstand des Gegenstandes
n Spiegel, also $wu = wU = CV = CU \ Cos. UCV$

$$= r - CU . Cos. (a + \zeta + OVC).$$

Abstand Ou ist =

$$V + wu + CO . Cos. VCA)^2 + (CU . Sin. VCU + CO . Sin. VCA)^2$$

$$(r + wu + a \ Cos. (\zeta + OVC))^2 + (CU . Sin. (\alpha + \zeta + 2 OVC) + a \ Sin. (\zeta + OVC))^2$$

n so wird Ox gefunden und daraus xOu berechnet.
n Exempel wird

$$r - CU . Cos. 40°) \text{ und } zx = (r - CX . Cos. 42°)$$

$$\left\{ (r + wu + r . Cos. 10°)^2 + (CU . Sin. 45° + r . Sin. 10°)^2 \right\}$$

$$\left\{ (r + zx + r . Cos. 12°)^2 + (CX . Sin. 48° + r \ Sin. 12°)^2 \right\}$$

$$= UX, \text{ also } wu = 0,90558; \ zx = 0,89547;$$

$$Ou = 2,9022; \ Ox = 2,8906.$$

us xOu ungefähr 20'.[1] Der sphärische Spiegel zeigt
etwa dreimal so grofs.

Die allgemeine Auflösung des Problems, aus der gege-
age des gespiegelten Punctes und des Auges, den Punct
gels zu finden, wo der Strahl zurückgeworfen wird, ist
schwierig. Wenn O das Auge, P der leuchtende Fig 117
t, und ACB den Winkel PCO halbirt, welcher an
gels Mittelpunct entsteht, so sind CO = a, CP = a',
= BCP = α gegeben. X sey der gesuchte Punct der
erfung, ACX = φ, so soll PXC = OXC seyn. Es

$$\text{ist aber Tang. } OXC = \frac{a . Sin. (\alpha + \varphi)}{r + a \ Cos. (\alpha + \varphi)}$$

$$\text{und Tang. } PXC = \frac{a' \ Sin. (\alpha - \varphi)}{r + a' \ Cos. (\alpha - \varphi)}$$

$$. a . Sin. (\alpha + \varphi) - r a' . Sin. (\alpha - \varphi) = - a a' \ Sin. 2\varphi.$$

---

[1] ergl. Kästner de objecti in spec. sphaer. visi magnitudine
e. Nov. Commentarii soc. Gotting. VIII. 114.

Kk

und hieraus müfste φ gefunden werden. Man hat auch r Sin. α (a — a') + r Cos. α (a + a') Tang. φ = — 2aa' und diese Gleichung rational gemacht, und so ausgedrüc sie nur Sin. φ oder Cos. φ enthält, ist vom vierten KÄSTNER giebt eine Methode, um etwas leichter den durch indirecte Auflösung zu erreichen [1].

6. Die verschiedenen Meinungen über die Lage de beim Hohlspiegel scheinen mir, nach dem eben darüber theilten, keine ausführliche Darstellung zu verdienen, Grund, warum nicht alle in den Spiegel sehenden Au Bild in einerlei Puncte sehen, aus dem Vorigen erhellet. EUKLIDES bemerkte, dafs das Bild in dem Radius liege cher durch den abgespiegelten Punct geht; BARROW b den Ort des Bildes genauer, nämlich er liege in der Spi von den reflectirten Strahlen gebildeten Kegels. Aber di stimmung gilt nicht mehr, wenn das Auge weit von dem entfernt ist, wo der gespiegelte Punct sich befindet, zwar einen Punct giebt, der für viele Strahlen als Spitz solchen Kegels gelten kann, aber nicht für alle. [2] T nimmt auf diese Verschiedenheit zwar Rücksicht, indem Bild in den Punct jenes Radius setzt, wo der zum Aug mende reflectirte Strahl ihn schneidet; aber es ist kein b ter Grund da, warum wir das Bild gerade da zu sehen sollten [3]. Für eine Stellung des Auges, die weit von d dius ab liegt, in welchem sich der gespiegelte Punct l trifft die (nach GEHLER's Angabe) von BRENGGER ge Meinung, das Bild liege in dem Perpendikel vom leuc Puncte auf die im Reflectionspuncte berührende Ebene besser zu [4]; aber ganz ausreichend kann keine solche Re

Einige andere hieher gehörende historische Beme kommen im Art. *Brennspiegel* und *Katoptrik* vor. U Anwendung s. *Spiegelteleskop*.

---

1 Nov. Commentarii soc. Gotting. VII. 92.

2 Barrow lect. opt. Lect. V.

3 Catoptrica. I. prop. 20.

4 Epist. ad Keplerum scriptae. Ep. CLI. und D'ALEMBER les. 1. 275.

Horizont.

htskreis; *Horizon; Circulus finitor; l'Ho-* *Horizon.* Wenn wir auf einer ganz freien Ebene dem Meere um uns sehen, so scheint ans die Halbku- Himmels in der Ferne auf der Erde aufzuliegen; der welchen wir hier als Grenze der sichtbaren Himmels- ıhrnehmen, ist der Horizont, der begrenzende Kreis begrenzen). Die Himmelskugel mit ihren Sternen freilich die ganze Erde, aber da unsere Aussicht da, re Gesichtslinie durch die Erde gehen müfste, durch ıfgehalten wird, so ist diejenige Gesichtslinie, wel- Oberfläche der Erde berührt, zugleich die letzte, noch die Himmelskugel trifft, oder sie trifft eben jene den Horizont. Wenn unser Auge, wie es oft genug ist, sich nahe an der Oberfläche des Meeres befindet, so ist ihrungsebene an den Punct der Erde gelegt, wo wir uns befinden, diejenige, welche unsere Aussicht begrenzt Ebene des scheinbaren Horizontes, und nur die Ge- de sind sichtbar, welche sich über dieser Ebene befin- Diese Ebene verstehen wir daher immer, wenn wir von ıeinbaren Horizonte des Ortes reden, wo wir uns befin- ıd obgleich bei einer höhern Stellung des Auges in a uns egenstände sichtbar bleiben, die unterhalb dieser bei b nden Ebene liegen, indem jetzt erst die Berührungslinie Aussicht begrenzt, so sehen wir dennoch bc als die des Horizontes an, unter welchen hinab sich nun unser skreis noch erstreckt. Fig. 118.

les was am Himmel über jener Ebene liegt, ist über un- lorizonte. Bewegte sich also ein Stern oder Mond in sol- ähe, wie der Kreis ef es zeigt, um die Erde, so würde item nicht die Hälfte seiner Bahn uns sichtbar seyn, son- r würde nur einen kleinen Theil derselben über unserm nte durchlaufen. Für einen entferntern, um den Mittel- der Erde gezogenen Kreis, wie hik, ist der über dem nte liegende Theil schon gröfser, aber erst bei sehr gro- ntfernung kommt er dem Halbkreise so nahe, dafs wir nerkliche Fehler sagen können, wir übersehen den gan- albkreis. Da wir nun in der Astronomie so oft genöthiget

sind, das was wir auf der Oberfläche der Erde beobachten, mit dem zu vergleichen, was ein Beobachter im Mittelpuncte der Erde beobachten würde, so ziehen wir für diesen Beobachter eine Ebene ACB mit der Ebene unseres scheinbaren Horizontes parallel, und diese heifst der *wahre Horizont*. Es erhellet nämlich leicht, dafs ein der Erde sehr nahes Gestirn diesen Horizont schon in B erreicht hätte, ehe es bei uns aufging. So verhält es sich wirklich mit dem Monde. Wenn der geocentrische Beobachter den Mond in meinem wahren Horizonte in B sieht, oder ihn von meinem Zenith 90 Grade entfernt sieht, so steht der Mond noch unter meinem scheinbaren Horizonte oder wird mir noch nicht sichtbar. Für den Mond beträgt der Winkel hCA, um welchen er oberhalb des wahren Horizontes stehen mufs, ungefähr einen Grad, und erst wenn er sich so hoch über der Ebene ACB befindet, erscheint er in meinem scheinbaren Horizonte. Dieser Winkel, der nach der bald geringern, bald gröfseren Entferung des Mondes von uns zuweilen etwas mehr, zuweilen weniger als 1 Gr. beträgt, heifst die *Horizontalparallaxe* des Mondes. Bei entferntern Körpern ist dieser Winkel noch kleiner, bei der Sonne zum Beispiel nur wenig über 8 Secunden. Für die Fixsterne ist von diesem Unterschiede nicht das Geringste mehr zu bemerken, und in Beziehung auf sie ist daher der wahre Horizont als mit dem scheinbaren Horizonte zusammenfallend anzusehen.

Dafs der Horizont zuweilen zufällig durch Gegenstände verdeckt wird, kann offenbar auf diese Bestimmung keinen Einflufs haben, sondern wir nehmen auch in solchen Fällen den Horizont in jedem Puncte 90 Grade vom Zenith entfernt an. Darnach bestimmen wir die Zeit des Aufgangs und Untergangs der Gestirne, und auch ihre Höhe über dem Horizonte wird von da an gerechnet, so dafs sie den Abstand vom Zenith zu 90 Graden ergänzt. Der Horizont schneidet den Mittagskreis im Nordpuncte und Südpuncte, den Aequator im West- und Ostpuncte[1]. Auf dem Horizonte werden die *Azimuthe* vom Südpuncte oder Mittagspuncte an gezählt, die *Morgenweite* vom Ostpuncte, die *Abendweite* vom Westpuncte.

Horizontal, waagerecht, wassergleich, (*horizontalis, ad libellam composita linea;* ligne horizontale; *horizontal*

1 S. *Weltgegenden; Hauptgegenden.*

ist eine Linie, wenn sie mit dem scheinbaren oder wah-
izonte des Ortes parallel läuft. Eine horizontale Ebene
ıfalls die mit dem scheinbaren Horizonte parallele Ebene,
gegen die zum Zenith hin gezogene Linie senkrecht ist.
flüssige Körper beim Gleichgewichte die Stellung anneh-
afs ihre Oberfläche eine gegen die Verticallinie oder die
m Zenith gerichtete Linie senkrechte Richtung hat, so
ie horizontale Richtung auch wassergleich und die Was-
fläche dient uns oft selbst, um die Horizontalfläche zu
ıen. Unsere Niveau's[1] sind solche Wasserflächen. Aber
ie Verticallinie dient uns zur Bestimmung der Horizontal-
ndem schon die gewöhnlichen *Bleiwaagen*, *Sehrotwaa-*
etzwaagen dadurch ihre richtige Stellung erhalten, dafs
abhängende Loth auf *eine* Linie einspielt, und dann die
auf jene senkrecht gezogene Linie die Horizontallinie

Venn wir unser Auge nur um das Geringste über die Ober-
des Meeres erheben, so übersehen wir einen Theil der
Oberfläche, dessen Gröfse sich leicht bestimmen läfst. Es
B = h. diese Höhe, CA = CD = r, der Halbmesser der Fig. 119.
so ist $\frac{r+h}{r}$ = Sec. ACD, und ACD ist der Winkel am
puncte, welchem der übersehene Bogen = r, ACD zu-
t, durch diese Formel bestimmt man[2], wie weit man von
gegebenen Höhe sehen kann, oder umgekehrt, wie weit
ı gegebener Höhe über der Erde liegender Punct entfernt
mufs, um im scheinbaren Horizonte zu liegen. Wolken,
ns im Horizonte erscheinen, sind daher schon 19 Meilen
nt, wenn ihre Höhe auch nur 5000 Fufs beträgt, und
eilen entfernt, wenn sie 20000 Fufs beträgt. Feuerkugeln,
lenen es gewifs ist, dafs sie zuweilen in 40 Meilen Höhe
hen, sind bei solcher Höhe 260 Meilen weit sichtbar, und
00 Meilen Entfernung von der Erde würde man sie bis auf
Meilen von dem Puncte, wo sie im Zenith stehen, sehen
n. Die Strahlenbrechung vermehrt noch diese Entfernung
twas Erhebliches. *B.*

Vergl. *Wasserwaage.*
S. Art. *Erde.* Th. III. S. 838.

Künstlicher Horizont. S. Spiegelsextant.

Horopter. S. Gesicht. Th. IV. S. 1472.

Hundstage.

Dies caniculares; jours caniculaires; *canicular days, dogdays.* Die Zeit vom 23. Juli bis 23. August umfaſst die Hundstage. Sie heiſsen so, weil sie bei den Griechen durch den Aufgang des Hundssterns, *Sirius*, bestimmt wurden. Die ὀπώρα der Griechen nämlich fing mit dem Aufgange des Hundssterns an, der nahe mit dem Eintritte der Sonne in das Gestirn des Löwen zusammenfällt, und endigte mit dem Aufgange des Arcturus, der freilich viel später ist, als das Ende unserer Hundstage. So giebt man gewöhnlich die Dauer der ὀπώρα an. Kruse, bei dem die Stellen der alten Schriftsteller angeführt sind[1], giebt den Anfang dieser Jahrszeit nach Euktemon als auf den 27. Tag des Krebses fallend an; von dieser Zeit an weheten die *Etesien* 55 Tage und hörten kurz vor dem Frühaufgange des Arcturus auf[2]. Diese Zeit der Hundstage ist in Griechenland durch groſse Hitze, und nach Hippokrates auch durch schwere Gallenkrankheiten ausgezeichnet.

Daſs die Hundstage auch bei uns als die heiſseste Zeit des Jahres angesehen werden, ist bekannt, doch fällt die Zeit der gröſsesten Hitze, im Mittel aus vielen Jahren, ziemlich bald nach dem Anfange der Hundstage, und wenn wir sie auch nur bis zum 23. August rechnen, so ist doch gegen ihr Ende die Abnahme der Wärme meistens schon sehr merklich.

Die genaue Zeit zu berechnen, wenn Sirius irgend einem Orte heliace oder cosmice aufgeht, hat für uns zu wenig Interesse, als daſs ich dabei zu verweilen brauchte[3].

Hydraulik.

Hydraulica; Hydraulique; *Hydraulics.* Unter diesem Namen hat man oft die sämmtlichen Lehren, welche die Bewe-

1 Hellas von Kruse 1r Th. S. 249.

2 Hellas I. 246.

3 S. Pfaff de ortu et occusu siderum, und Art. *Aufgang.*

ısiger, unelastischer Körper betreffen, vorgetragen: ler Name von ὑδραυλὶς, die Wasser-Orgel, herkommt, wohl angemessener, den Namen Hydraulik nur auf die ıen Anwendungen zu beziehen, die man von der Be- les Wassers macht; ich habe deshalb den theoretischen ır Lehren von der Bewegung des Wassers unter dem *lydrodynamik* vorgetragen.

Gegenstände, welche zur Hydraulik gehören, sind, ıie in den Plan des Wörterbuches gehören, fast sämmt- esondern Artikeln abgehandelt, ich erwähne sie daher

Ausflufs des Wassers aus Oeffnungen, dessen Gesetze *Hydrodynamik* erläutert sind, findet eine praktische ung bei dem Visiren der Quellen, wodurch man die Wasser bestimmt, welche man aus der Quelle erhält. gleich die Abmessung vermittelst des Eichgefäfses und immung der Menge nach Wasserzollen nicht die pas- und daher nicht mehr so allgemein üblich ist, als ehe- o mufs ich sie doch wohl kurz erwähnen. Man bedient zu eines Gefäfses, das Kreisöffnungen hat, und zwar n 1 Zoll Durchmesser, und andere, welche an Fläche grofs, ein Viertel so grofs, ein Zwölftel so grofs sind; ienen zu Bestimmung der Quantitäten, die man 1 Was- , ¼ Wasserzoll, $\frac{1}{4}$ Wasserzoll, 1 Wasserlinie nennt. Gefäfs läfst man, während alle Oeffnungen geschlossen ich aus der zu untersuchenden Quelle füllen, öffnet dann er Oeffnungen oder mehrere, und ändert dieses so lange s man diejenigen gefunden hat, welche eben so viel Ab- eben, als die Quelle Zuflufs gewährt; hat man nun dies so weit gefüllt, dafs alle Mittelpuncte um die bestimmte, Tiefe unter der Oberfläche liegen, so sagt man, die gebe einen Wasserzoll, wenn die 1 zollige Oeffnung genug gewährt und so weiter. Dafs sich ähnliche An- gen auch gebrauchen lassen, um einen gegebenen Was- ath nach bestimmten Verhältnissen zu vertheilen, ver- ch von selbst[1].

Bion traité de la construct. des instrumens. p. 172.
ı den Mafsbestimmungen der Römer bei ihren Wasserleitun- ot Frontinus Nachricht (de aquae ductibus urbis Romae. 24 bis 63.)

Die künstlichen *Springbrunnen*, sie mögen nun blof den Druck einer Wassersäule oder durch irgend eine b Kraft, als namentlich auch durch comprimirte Luft zum gen gebracht werden, hängen gleichfalls von den Geset Wasserausflusses ab.

Wie die *Wasser-Uhren* nicht minder hiermit zus gehören, will ich nachher angeben.

Auch die verschiedenen Arten von *Pumpen*, von *Sa ken* und *Druckwerken*, gehören hierher, weil die Schne mit welcher das Wasser durch die Oeffnungen zutritt, a liche Bestimmungen, wie die der Geschwindigkeit de Ausflusses aus Gefäfsen beruht.

Weniger theoretische Kenntnisse fordern diejenig Heben des Wassers bestimmten Werkzeuge, die man *künste*, *Paternosterwerke*, *Schaufelwerke* nennt. Bei steren sind es Kästen, die unten mit Wasser gefüllt, da aufgezogen und oben in eine Rinne ausgegossen werden sie zu heben, dienen zwei, vertical über einander, ho und parallel liegende Wellen, an deren polygonisch ge Oberfläche sich die Kästen anlegen; die untere liegt im die obere in der Höhe, bis zu welcher das Wasser werden soll, und bei gleichmäfsigem Drehen beider werden die an einer Kette ohne Ende, in gehörigen Ent gen angebrachten Kästen, gehoben, um oben ihr Was zugiefsen. Bei den *Paternosterwerken* und ebenso *Schaufelwerken* wird das Wasser in einer verticalen oder ten Röhre hinaufgeschoben, und die verschiedenen Nan nur daher entstanden, dafs es bei jenem ausgestopfte Kugeln sind, die in gewissen Abständen hinter einander und in der Röhre fortgezogen, dem zwischen ihnen eing senen Wasser den Rückweg verschliefsen, beim Schau hingegen gut anschliefsende Scheiben oder Schaufeln, diesen Zweck erfüllen. Auch sie sind an eine über zw Wellen gehende, oder von den Speichen zweier Räder Kette ohne Ende befestigt, deren eine Hälfte in der Rö auf geht, und das nachher oben ausfliefsende Wasser zieht, während die andere Hälfte hinabgeht, um jene immer aufs Neue zu verrichten [1].

1 Langsdorf Hydraulik. S. 580. Büsch Uebersicht des

is Aehnliches thun die Schöpfräder, die in Kästen, am
eines Rades angebracht, das Wasser heben und oben
inne ausgiefsen. Kommt es nur darauf an, das Wasser
igen Ländereien wenige Fufs hoch über einen Damm
ger Höhe hinüber zu heben, so ist es hinreichend mit
frädern, die Büsch beschreibt[1], das von den Schau-
efafste Wasser über diese Dämme hinüber zu werfen.
l nämlich in einer Rinne, die an der hinaufwärts ge-
Seite des Rades ungefähr so, wie es der Kreis-Um-
Rades fordert, gekrümmt ist, das Wasser von den
n des Rades auf eine ähnliche Weise hinaufgeschoben,
ei den vorhin beschriebenen Schaufelwerken in geraden
ler Fall war. Dabei ist es nicht nöthig, dafs die Schau-
eng an die Wände der Rinne anschliefsen, indem bei
r Drehung des Rades Wasser genug aufwärts mit fort-
wird, wenn auch wegen der Zwischenräume viel Was-
iei laufend wieder in die Gegend, woraus es gehoben
urück gelangt. Die Rinne, welche das Rad zum Theil
:, pflegt bei diesen Rädern nur einen Theil des vom un-
Puncte anfangenden Quadranten zu umfassen, und en-
ich oben in eine über einen Damm hinüber geleitete
dieser Damm trennt das zu entwässernde Land von
rome, wo das gehobene Wasser seinen Abflufs findet;
ngekehrt könnte auch zur Bewässerung des Landes oder
Wasser sonst anzuwenden, dieses vom Strome aus in
nnen gebracht werden.

ie unter dem Namen der *Archimedischen Wasserschrau-*
l der *Spiralpumpe* bekannten Werkzeuge zum Heben
'assers werden in eignen Artikeln erklärt werden. Auch
dorf's Saug-Schwung-Maschine[2] gehört zu den Werk-
n, um Wasser zu heben.

Eine andere Hauptclasse von Maschinen sind die verschie-
Wassermühlen, die ebenfalls der Hydraulik angehören.
nan die Wirkung dieser Wasserräder beurtheilen und be-

---

1. Th. S. 56. — Schöpfwerke, wie sie noch jetzt in Aegypten
indt werden, beschreibt Niebuhr, Reise nach Arabien I. 148.
Büsch Hydraulik. §. 55, und Eytelwein Mechanik und Hydrau-
442.
II. Th. S. 82.

sie Vieles, dessen Erörterung nicht hierher gehört
denjenigen Theilen der Hydrotechnik, die sich an
anschliefsen, mufs ich einen Augenblick verweilen.

Es sind vorzüglich fünf Zwecke, die man in
technik zu erreichen sucht:

1. Sicherung der den Ueberschwemmungen a
Länder gegen das herandringende Wasser; 2. Erh
Strom- oder See-Ufer, welche durch die Gewalt d
oder der Wellen einen Abbruch erleiden würden;
nung neuen Landes oder Beförderung des Anwachses;
zung des Wassers für die Schifffahrt, Anordnung v
und Häfen; 5. Austrocknung versumpfter oder wen
gewissen Jahrszeiten der Ueberschwemmung ausgese
dereien.

Was die Sicherug der niedrig liegenden Gegend
die entweder bei Anschwellung der Ströme durch st
flufs aus den obern Gegenden oder bei hohen Meeresfl
Ueberschwemmungen ausgesetzt seyn würden, so gen
zu bemerken, dafs man den schützenden Dämmen ode
blofs der Erfahrung folgend, eine hinreichende Höhe
geben mufs. Man hat theoretische Bestimmunge
welche Gestalt man der abgeflächten äufsern Seite de
am Meere geben mufs, damit er den Wellen am Bes
stehe; aber da theils unsere Theorie der Wellen noch nic

ste[1]. Die Mittel, deren man sich bedient, um
ckung dieser Fläche die Zerstörung derselben durch
ı zu verhüten, erwähne ich hier nicht; jedoch gehört
ung hierher, daſs man nicht ohne Grund diejenigen
kungen des Deichflusses, die niedrig genug liegen,
oder nur auf kurze Zeit der Gewalt der überschlagen-
n ausgesetzt zu seyn, an ihrem untern Theile steiler,
obern Theile flacher angelegt, weil die Gewalt der
ıf die Theile, die im Wellenschlage immer unter
eiben, geringer ist, und überdies die bei einem nie-
ısserstande den untern Theil treffenden Wellen nie die
ben, wie bei mehr Wassertiefe.
diese Dämme oft Abwässerungsschleusen, welche das
erauslassen, sobald der äuſsere Wasserstand niedrig
vorden ist, versehen seyn müssen, daſs diese Schleu-
ber von auſsen dicht schlieſsen müssen, um dem hö-
asser den Eintritt zu verwehren, versteht sich von

e Beschützung durch Deiche reicht aber nicht aus, in-
s die Ströme in ihren concaven Krümmungen, theils
oder die am Ausfluſs sehr breiten Flüsse durch ihren
hlag, einen *Abbruch* des Ufers bewirken, der entwe-
Dämme zu unterhöhlen droht, oder wenigstens die Er-
lerselben darum erschwert, weil auf niedrigem Grunde,
ein hoher Wasserstand über dem Vorgrunde des Deichs
die Gewalt der Wellen viel gröſser wird. Diesem
e zu wehren, reicht es zuweilen hin, die Ufer nur mit
ht leicht zerstörbaren Bedeckung zu versehen. Dieses
glich da zu empfehlen, wo man entweder der Schiff-
gen auf mäſsigen Flüssen keine Einbaue anlegen darf,
man hoffen darf, daſs die Veranlassung zum Abbruche
ehend seyn kann. Das letzte findet an den Mündungen
Ströme zuweilen dann statt, wenn Sandbänke in der
s Flusses diesen nöthigen, sich gegen das Ufer zu drän-
ın diese Sandbänke sind sehr vielen Veränderungen un-
ı, und können für eine Zeit lang dem Ufer groſse Nach-

---

[1] OLTMANS Untersuchungen im 2. Th. d. Beiträge zur hydraul.
ır verdienen über diese theoretischen Bestimmungen gelesen
ı.

theile bringen, nach wenigen Jahren aber ganz versc oder wesentlich geändert seyn. Da wo der Abbruch a Flüssen durch eine immerfort dauernde Richtung des gegen das Ufer fortwährend unterhalten wird, ist es dag thig, durch *Einbau* dem Strome seine richtigen Gre zuweisen. Hier sollte es nun allerdings eine Theori welche aus der Schnelligkeit des Stromes und andern U beurtheilen lehrte, wie weit von einander Einbaue von ter Länge das Ufer schützen, welche lehrte, ob senkre das Ufer gerichtete Einbaue am meisten leisten, u. s. eine solche Theorie fehlt uns gänzlich, und die grofse rigkeit der Untersuchungen, auf welche sie gebaut sey läfst voraussehen, dafs sie uns noch lange fehlen wi Erfahrung zeigt, dafs die Richtung dieser Einbaue gegen den Strom seyn mufs, dafs sie dann, wenn sie schroff angelegt sind, und besonders an der Spitze gemessene Abdachung haben, den Strom nöthigen, Ufer parallele, etwas vom Ufer entfernte Richtung zu v deren Lauf durch die Spitzen der nicht zu weit aus eina genden Einbaue ziemlich gut bestimmt wird; vor den chenden Ufer bildet sich dann, in dem gegen den Stromes gesicherten Raume zwischen zwei Einbauen, hängiger Vorgrund, der endlich hoch genug wird, um bruch des Ufers gänzlich zu heben, oder ihn doch we sehr zu mäfsigen. Steil gebaute Werke verursachen d an ihren Spitzen entstehenden Wirbel grofse Vertiefun man findet daher, obgleich Faschinenwerke sehr ver sind, und oft in ihren obern Lagen erneuert werden diese am zweckmäfsigsten. An süfsem Wasser gew Ausgrünen der Weidenzweige, die man oben an den Fa werken anbringt, einen angenehmen Vortheil; an salzig ser mufs man auf diesen Vortheil Verzicht leisten, in ben auch da, selbst bei einer Wassertiefe von 30 bis 4 gut gebauete Faschinenwerke am besten dem Zwecke chen. Da wo man blofs den Meereswogen entgegen ba ruhet der Vortheil, den diese Einbaue gewähren, dar sie zwischen sich ein stilleres Wasser machen und de und Schlamme erlauben, sich zu senken. Je mehr dad Vorgrund des eigentlichen Ufers an Höhe zunimmt, d niger ist es der Gefahr weitern Abbruchs ausgesetzt, u

fs, dafs auch hier Einbaue von Nutzen sind, obgleich Kostbarkeit die Anlagen schwierig macht, und die Vor- ıes nie endenden Kampfes mit dem stürmischen Meere gend seyn würde, wenn nicht die Ueberzeugung, ırch solche Mittel das Land gesichert werden kann, ende Aufforderung zur Fortführung dieses Kampfes

ıehmer ist der Zweck des Wasserbaues da, wo man u bewirken, oder den schon freiwillig entstehenden rn Hoffnung hat. Es ist sehr bekannt, dafs die frucht- ıchländer an der Nordsee ehemals durch Niederschlag a Erde aus dem Meereswasser entstanden sind[1]. Die welche ehemals hier gewirkt haben, dauern nicht ch eben so günstig wirkend fort, sondern an sehr vie- ist eben dieses ehemals angeschlämmte Land einem ›bruche unterworfen, so dafs es scheint, dafs ehemals lt der Ströme den Wellenschlag kräftiger zurückgehal- oder mit andern Worten, dafs unter den einander wirkenden Ursachen ehemals die eine mächtiger war, ndere. Die Ströme nämlich, wo sie sich ins Meer er- ;eben eine Veranlassung zum Anwachs, indem die von tgeführten trüben Theile sich hier zu Boden senken; iewalt des Stromes gänzlich aufhört; aber dieser leicht ıfzuregende Niederschlag hat an den stürmischen Mee- einen nie ruhenden Feind, und die frühern sehr aus- n Anschlämmungen konnten entweder nur durch eine türmische Zeit begünstigt, oder durch vorliegende In- hützt entstehen, oder vielleicht dadurch, dafs ein viel ırückgehender (unser jetziges Land mit umfassender) ıbhang den Angriff der Wellen schwächte. Es giebt zt Stellen, zum Beispiel am Ausflusse der Weser, wo - Ufer in völligem Beharrungsstande ist, und wo die gedehnte Abflächung des Bodens vom grünen Ufer an iejenige ist, welche den Wellen keinen zureichenden gestattet, um nachtheilig zu werden, wo aber doch auch tillen Fluthen zu Boden gesunkene Schlamm und Sand ischen Winterfluthen wieder verloren geht. An diesen liefse sich allenfalls ein Anwuchs erzwingen, aber er

---

1 ergl. *Geologie* Th. IV. S. 1322.

würde mit zu vielem Aufwande verbunden seyn. Dageg
es an geschützteren Stellen noch jetzt einen natürlichen A
und selbst, wo dieser nicht statt findet, kann es der M
der Kosten werth seyn, ihn hervorzubringen. Da wo
dem grünen Ufer liegende, Vorgrund einen so ungemei
chen Abhang hat, dafs dieser auf einige hundert Fufs
nung nicht viel über einen Fufs beträgt, da legt sich
wöhnlichen Fluthen selbst der feinere, im Wasser ze
Schlamm zu Boden, und wenn er gut entwässert wird,
langt er während der stillen Sommerfluthen Consistenz
um auch den stürmischen Winterfluthen zu widerstehen
her ist der natürliche Anwachs da am Besten im Fortgan
sich durch Zufall kleine Rinnen, in denen das Wasser
ersten Ebbe abläuft, gebildet haben, weil da der an ande
len allzu feucht und halbflüssig bleibende Schlamm mehr
keit erlangt. Die Kunst, den Anwachs an solchen St
befördern, besteht daher nur darin, dafs man sehr flac
tiefungen, vom Ufer hinauswärts laufend, gräbt, und d
che Erde an die Seite wirft, von welcher die stürmischen
sie auf das zwischen liegende einige Ruthen breite Fel
nicht in den flachen Graben zurück führen. Diese k
wenn gleich nur aus Schlamm aufgeführten, nicht eine
hohen Dämme werden bald fest und erlangen die Con
welche nöthig ist, um die ersten auf salzenem Boden wach
Kräuter hervorzubringen, und diese bedecken zuers
Dämme und dann bald auch die zwischen liegenden Stüc
es an Saamen zu diesen Pflanzen nie fehlt, so wird na
nach dieser Boden von selbst immer dichter mit Pflanzen
die zwischen sich den Ruhestand des Wassers und das
der Schlammtheile beförden, so dafs der Anwachs um
hafter fortgeht, und der Boden sich um so sicherer erhöl
mehr er schon begrünt ist. Dieses dauert nicht blofs
Höhe der täglichen Fluth, sondern noch weiter; denn o
die höheren Fluthen schon seltener sind, so kommen d
welche die gewöhnliche Fluth um 3 bis 4 Fufs übersteige
oft genug vor; diese bringen, weil sie mit stürmischem
verbunden sind, viele erdige Theile mit, und dieser Sc
senkt sich zwischen den, zum Theil hoch aufwachsenden
tern in starkem Mafse. Ganz ebenso müssen auch diej
Marschen entstanden seyn, die vor den Zeiten einer re

bachtung entstanden sind, doch deuten bei diesen die
tigen Erdschichten auf ein nicht so gleichförmiges Auf-
wie wir es jetzt beobachten. An Stellen, wo der
des Wassers nicht grofs genug ist, um so von selbst
zu bewirken, kann man durch lange Einbaue diesen
bewirken und dadurch selbst einen starken Abbruch
ien Anwachs verwandeln.

Bemerkungen bezogen sich auf die am Ufer der See
len neuen Länder, deren jährlich gewonnene Fläche
er sehr ansehnlich ist und die, wenn sie hoch genug
ch Deiche gesichert die allerfruchtbarsten Felder ge-
Flüssen könnte man oft da, wo in Krümmungen das
ex ist, ebenso und noch leichter Anwachs bewirken;
eses nicht immer ohne Nachtheil für das concave, ge-
abbrechende, Ufer geschehen kann, so treten dabei
Rücksichten auf den Nachtheil für den Nachbar ein,
ndern, jenen Vortheil zu benutzen. Bei jenen Erschei-
welche man an den See-Ufern beobachtet, glaubte
eher verweilen zu dürfen, weil sie zugleich ein Phä-
r physischen Geographie näher kennen lehren.

drotechnische Benützung des Wassers für die Schifffahrt
sich gleichfalls an physikalische Betrachtungen an. Der
hatz, aus welchem ein anzulegender Canal sein Wasser
oll, mufs freilich vor allem nach örtlichen Umständen be-
verden, aber diese Beurtheilung hängt zugleich von der
s der Regenmenge und der Gröfse der Verdunstung ab.
ydraulik gehören, sowohl bei künstlichen Canälen, als
nen, die man bequemer schiffbar machen will, die Fra-
e grofs bei gegebenen Dimensionen des Canales oder
nd bei gegebenem Gefälle die Geschwindigkeit des Stro-
d, ob man einen bestimmten Abfall, so wie er vorhan-
darf bestehen lassen, oder ob dieser durch Schleusen
chen werden mufs u. s. w. Auch der Wasser-Auf-
den jedes durch eine Schleuse gehende Schiff fordert,
ch Regeln, die in die Lehre von der Bewegung des Was-
ören, berechnet werden; der Bau der Schleusen for-
cksichten auf die Lehrsätze der Hydrostatik, nach wel-
e Stärke der Thüren, die Vorsichten bei Sicherung des
s u. s. w. müssen angeordnet werden.

im Hafenbaue, wo es vorzüglich auf die Sicherung der

Tiefe umständlicher verweilen wollte.

Eben diese Ueberlegung, nicht über den l
hinauszugehen, nöthigt mich, von den Entwäss
gen Landes nur wenig zu sagen. Die Schöpfmas
früher schon erwähnt sind, dienen vorzüglich, ‹
Stück Land auszutrocknen, zu erfüllen, und w
niedrig liegt, um durch eine einzige Hebung t
den, da ist man genöthigt, das Wasser durch d
maschine bis in ein Bassin und dann von da du
bis zum freien Abflusse zu heben. In mancl
kann man sich die Mühe des Ausschöpfens ganz
ersparen, wenn man im Stande ist, das von an
hern Gegenden hereinströmende Wasser abzuhalt
einen andern Weg ins Meer oder in einen Strc
Manche Ländereien sind nicht durch das auf sie
Regenwasser versumpft, sondern werden es dac
dahinter liegenden Gegenden ihre Gewässer unge
senden, und da ist es vortheilhafter, diese un
Gegenden weg zu leiten, wodurch dann diese v
trockneren Zustandes geniefsen. Auf diese W
Austrocknung der Pontinischen Sümpfe möglich

Geschichte und Literat

Unter den hydraulischen Erfindungen, der

der drehte, welche theils die Zeit anzugeben, theils
laschinen in Bewegung zu setzen, kleine Spielwerke
s Werfen von Steinchen) zu bewirken, angewandt wur-
ne Einrichtung, die Stunden zu zeigen, bestand dar-
: eine mit dem Schwimmer gehobene Figur mit ihrem
e Stunde bezeichnete, wo also der Zufluſs des Wassers
den-Abtheilung gemäſs angeordnet seyn muſste. Schon
us im 2ten Jahrhundert vor Christo oder wenigstens der
äter lebende Hero nehmen hierbei auf die Ungleichheit
den und auf den ungleich schnellen Zufluſs des Wassers
it. Weil nämlich die zwölf Tagesstunden nicht in je-
nate gleich waren, so wurden diese ungleichen Stun-
theilungen auf verschiedene Seiten jener Säule, gegen
der Stab der Statüe zeigte, aufgetragen und in jedem
lie ihm entsprechende Abtheilung hervorgewendet. Vi-
rzählt, daſs das in einer engen Röhre heruntergleitende
t, indem es die verdichtete Luft hervordrängte und da-
inen Ton hervorbrachte, den Ktesibius auf die Verbin-
on hervorströmendem Winde und entstehenden Tönen
sam gemacht und zu Verfertigung hydraulischer Maschi-
vorunter auch die Wasser-Orgel genannt wird, veran-
be.

ero, von welchem noch ein Buch *Pneumatica seu spi-*
vorhanden ist[1], war ebenfalls durch künstliche Wasser-
berühmt, und giebt in jenem Buche Springbrunnen und
hydraulische Kunstwerke an, die zum Theil noch unter
Namen (*Heronsbrunnen*, *Heronsball*) bekannt sind.
s soll sie noch mehr verbessert haben.

Vassermühlen waren ebenfalls schon vor Vitruvius be-
und Ausonius (im 4ten Jahrhundert nach Christo) er-
auſser ihrer Anwendung zu Kornmühlen auch die Anwen-
um Sägen des Marmors.

eber die Abmessung und Austheilung des der Stadt Rom
teten Wassers theilt Julius Frontinus (im Anfang des
hrhunderts nach Christo) umständliche Nachrichten mit.
ähnt zwar die Ungleichheit des Ausflusses, die bei glei-
effnungen und gleichen Röhren aus der ungleichen Höhe
sserstandes hervorgeht, scheint aber eine genaue Ver-

[1] Lateinisch durch Commandinus. Paris. 1575.

rieure de la France et de l'Angleterre. 2 Tomes. J. Smeaton's historical Report on Ramsgate Harbour. London 1791.

Prony description hydrographique et historique des marais Pontins; où l'on trouve une analyse raisonnée des projets proposés pour le dessèchement, etc.

Fossombroni saggio sulla bonificazione delle Paludi Pontini. (in der Memorie di matematica e fisica della Societa Italiana. XVII. *B.*

Hydrodynamik.

hydrodynamica; hydrodynamique; *hydrodynamics.* Unter diesem Namen, der eigentlich sowohl die Gesetze des Gleichgewichts als der Bewegung flüssiger Körper andeuten könnte, begreift man nur die Lehren von der Bewegung flüssiger Körper.

1. Darstellung derjenigen Lehren der Hydrodynamik, welche theils auf Erfahrungen gegründet, keiner rein theoretischen Entwickelung fähig sind.

Einer der einfachsten Fälle, wo sich uns Bewegung des Wassers darbietet, ist das Ausfliefsen desselben aus Gefäfsen. Die Betrachtung wird am einfachsten, wenn die Ausflufs-Oeffnung sehr klein ist, und dafs da die Ausflufsmenge, bei einer, blofs der Schwere unterworfenen, Flüssigkeit vorzüglich von der Druckhöhe, von der Tiefe des Wassers unter der Oberfläche abhänge, scheint einleuchtend. Man könnte nun erstlich experimentirend einen doppelten Weg einschlagen, um die Geschwindigkeit des ausfliefsenden Wassers zu bestimmen, und zweitens eben diese aus theoretischen Schlüssen herleiten.

Um die Geschwindigkeit des hervorströmenden Wassers zu beobachten, sey zuerst die Oeffnung, die wir noch immer als sehr klein voraussetzen, so gestellt, dafs der Wasserstrahl horizontal hervorbreche; dann wird jedes Wassertheilchen als ein
Fig. 120. geworfener Körper anzusehen seyn, und wenn die Höhe ab dem Fallraume in 1 Sec. gleich ist, so wird die Entfernung bc, in welcher der parabolische Strahl ac den horizontalen Boden

, gleich der horizontalen Geschwindigkeit des in a her-
enden Wassers seyn. Die kleinen Correctionen, wel-
bei wegen des Widerstandes der Luft erforderlich sind,
ch leicht anbringen. Stellt man dieses Experiment an,
man, mit einer völlig genügenden Genauigkeit die Ge-
igkeit gleich derjenigen, welche ein von der Oberfläche
Flüssigen, bis zur Oeffnung a frei und vertical herab-
: Körper im freien Falle erreichen würde, und diese Ge-
igkeit ist dem gemäfs, was eine theoretische Bestimmung
Ein zweites Mittel, die Ausflufsgeschwindigkeit zu
en, scheint sich in der Abmessung der ausgeflossenen
des Flüssigen darzubieten. Ist die Oberfläche e d so
lafs in 1 Min. nur ein unerhebliches Sinken derselben
n kann, so beobachte man, wie viel Cubikzolle Wasser
r Zeit ausfliefsen; es scheint nun, dafs man die ausge-
Menge als einen Cylinder ansehen dürfe, dessen Quer-
die Oeffnung ist, und also die Länge dieses Cylinders
in 1 Min. von dem hervordringenden Wassertheilchen
ufenen Raum, und dass sich so eine zweite Bestimmung
Ausflufsgeschwindigkeit ergebe. Stellt man diesen Ver-
irklich an, so findet man die Wassermasse, welche aus-
viel geringer, als sie nach der, vermittelst der ersten Me-
gefundenen, Geschwindigkeit seyn sollte. Dieser Unter-
der Angaben liegt nicht in einer unrichtigen Bestimmung
ch der vorigen Methode gefundenen Geschwindigkeit, son-
ine sorgfältigere Beobachtung zeigt, dafs der Querschnitt
isfliefsenden Wasserstrahles nicht der Ausflufs-Oeffnung
ist, sondern dafs aufserhalb dieser eine Zusammenziehung
rahles (*contractio venae*) erfolgt. Statt also aus der Was-
ige und der gegebenen Gröfse der Oeffnung die Geschwin-
: berechnen zu wollen, mufs man die letztere vielmehr
rch theoretische Schlüsse oder durch die Bestimmungen
sten Methode gegeben ansehen, und kann dann aus der
chteten Wassermenge den Querschnitt des zusammengezo-
Strahles berechnen, den man theils hierdurch, theils
wirkliche Messung bestimmt und gefunden hat, dafs der
messer des hervordringenden Strahles bei Kreis-Oeffnun-
i dünnen Wänden ziemlich nahe $\frac{4}{5}$ der Oeffnung ist.

Diese Zusammenziehung des Strahles entsteht daher, weil
blofs die in senkrechter Richtung gegen die Wand oder

den Boden liegenden Theilchen gegen die Oeffnung heranrücken, sondern auch von der Seite her sich Wassertheilchen herzudrängen, die ihre gegen die Axe des Strahls geneigte Richtung noch aufserhalb der Oeffnung behalten, und die Form des verengerten Wasserstrahles bestimmen. Diese in schiefer Richtung z[u] die Oeffnung eintretenden Theilchen hindern, dafs nicht so viele Wassertheilchen in gerader Richtung eintreten können, als zur Ausfüllung der Oeffnung erforderlich wäre, und die Menge des ausfliefsenden Wassers ist daher verschieden, je nachdem die Richtung der Wassertheilchen in der Oeffnung durch angebrachte Röhrchen anders bestimmt wird, oder ganz dem freien Zutreten von der Seite her gemäfs ist.

Man hat schon seit der Mitte des 17. Jahrhunderts Versuche über diesen Gegenstand angestellt. Castelli glaubte 1640 aus einem unvollkommenen Versuche zu finden, dafs die Geschwindigkeit des ausfliefsenden Wassers der Druckhöhe proportional sey[1]. Schon Torricelli stellte dagegen den richtigen Satz auf, dafs die Geschwindigkeiten sich verhalten, wie die Quadratwurzeln aus den Druckhöhen[2], den auch Mariotte[3] und besonders Guglielmini[4] durch eine Reihe sehr gut zusammenstimmender Versuche bestätigten. Vorzüglich sorgfältige Versuche, die nicht allein das Verhältnifs der Ausflufsmenge bei verschiedenen Druckhöhen, sondern die wahre Quantität der ausgeflossenen Wassermenge betreffen, hat Poleni im Anfange des vorigen Jahrhunderts angestellt[5]. Er richtete besonders seine Aufmerksamkeit auf die bei gleichen Wasserhöhen, und gleich grofsen Oeffnungen dennoch ungleich hervorgehende Wassermenge, die nämlich am wenigsten betrug, wenn der Wasserstrahl aus einer blofsen, in einem dünnen Bleche gebohrten Oeffnung hervordrang, und bedeutend zunahm, wenn man eine cylindrische oder conische Röhre von einigen Zollen lang an die Oeffnung ansetzte; bei diesen verschiedenen Anordnungen der Ausflufs-

1 Della misura dell' acque correnti in der nuova raccolta d'autori, che trattano del moto dell' acque. Parma 1766. Vol. I.

2 Del moto dei gravi. 1644.

3 Du mouvement des eaux. 1686.

4 De mensura aquarum fluentium.

5 De castellis, oder mit dem italienischen Titel: delle pescaje in der oben erwähnten Raccolta III.

ändert sich nämlich der Querschnitt des zusammenge- Strahles; und nach POLENI's Bemerkung vermischen von den verschiedenen Seiten kommenden Wassertheil- hr beim Gebrauche der Ansetzröhrchen, als bei einer Oeffnung in einer dünnen Platte. Er zeigte dieses da- dafs er auf die eine Seite des hervordringenden Strahles achte, die bei einer dünnen Platte fast völlig, bis auf Entfernung, an dieser Seite des Strahles blieb, statt dafs einem Ansatzrohre sich schneller durch den ganzen Strahl te.

n Durchmesser des zusammengezogenen Strahles, den $= \frac{21}{32}$ des Durchmessers der Oeffnung angab, fand N[1] durch wirkliche Abmessung $= \frac{42}{50}$; DANIEL BER- [2] leitet aus seinen Versuchen $\frac{1}{\sqrt{2}}$ oder $= 0{,}707$ her, eses stimmt mit NEWTON's Verhältnifs $= (0{,}84)^2 = 0{,}7056$ [3].

ine eben solche Abmessung, die BORDA angestellt hat, h hier sogleich mit anführen; sie gab den Durchmesser usammengezogenen Strahles $= 0{,}802$, also seinen Inhalt 47 der Oeffnung. BORDA glaubt, NEWTON's Versuch habe i zu geringer Gröfse der Oeffnung mehr gegeben[4].

n neuerer Zeit haben BOSSÜT, LANGSDORF, VINCE, MI- OTTI, EYTELWEIN und HACHETTE Versuche über diesen nstand angestellt. Die Versuche der beiden ersteren er- [5] den Querschnitt des zusammengezogenen Strahles bei ungen in dünnen Platten $= 0{,}62$, für cylindrische Ansetz- $= 0{,}8$ bis $0{,}81$ der Oeffnung; dieses Verhältnifs vermin- ich ein wenig bei gröfsern Druckhöhen. VINCE[6] macht emerkung, da der Querschnitt des zusammengezogenen es kleiner sey, als die Oeffnung, so müsse man die Ge-

Princ. phil. nat. Lib. II. p. 36.

Hydrodynamica. Sect. 4. §. 3.

Vergl. KÄSTNER's Hydrodynam. S. 62.

Mém. de Paris. 1766. p. 587. BORDA's übrige Versuche schei- ir nicht wichtig genug, um sie umständlicher anzugeben.

BOSSÜT Lehrbegr. d. Hydrodynamik; übers. v. Langsdorf, und dorf's Lehrb. d. Hydraulik. S. 8.

Phil. Tr. 1795. I.

schwindigkeit als bis dahin, wo der Strahl am dünnsten i nehmend ansehen. Wenn Vince im horizontalen Bod Oeffnung in 12 Zoll Tiefe machte und da die Ausflufsmen obachtete, und wenn er dann zu einem zweiten Versuch 1 Zoll lange Röhre ansetzte, so dafs die eben so große dung der Röhre 13 Zoll unter der Oberfläche lag, so sich die Wassermengen nicht wie $\sqrt{12} : \sqrt{13}$, sondern 3:4, und eben die Wassermenge blieb ziemlich unv wenn auch die Ansatzröhre nur ½ Zoll lang war; bei ¼ Zo ge war die Ausflufsmenge fast so wie ohne Ansatzröh es fand sich auch, dafs der zusammengezogene Strahl kurzen Röhren nicht die ganze Röhre füllte. Hier zeig also deutlich die Wirkung der Ansatzröhre, aber Vince tete mit Unrecht, dafs die Wassermenge sich nach Mafsg Druckhöhe über der untersten Oeffnung vermehren sol vergafs, dafs ja unten nicht *mehr* ausfliefsen konnte, als d re Oeffnung der Röhre aufnahm, und dafs hier nicht ein hebliche Vermehrung des Zuflusses statt finden konnte, andern, nachher zu erwähnenden Fällen. Vince fand Oeffnungen in dünnen Platten und in kurzen cylindrisch satzröhren das Verhältnifs der Wassermengen zieml Bossüт und Langsdorf. Er bediente sich auch conisch satzröhren und zwar theils solcher, die sich nach aufsen erwei theils solcher, die sich nach aufsen verengerten, und suchte, ob sich ein Druck auf die Wände dieser kurzen chen wahrnehmen liefse. Um diesen wahrzunehmen, er Oeffnungen in die Wände der Röhre und fand, dafs b cylindrischen, oder sich nach aufsen erweiternden Röhre etwas Wasser hervordrang, aber ohne eine erhebliche Kra ohne seitwärts fort zu spritzen, bei den sich nach aufse engernden Röhren dagegen spritzte das Wasser aus den O gen der Seitenwand hervor. Der Grund liegt offenbar dafs bei den sich erweiternden Röhren und selbst bei cy schen Röhren die am Eintritte herzudringende Quanti Flüssigen nur gerade ausreicht, um den Abflufs zu e statt dafs die aufsen engere Röhre nicht ganz so viel ab läfst, als in die weitern Oeffnungen nachdringen kann, u ser stärkere Zudrang den Seitenöffnungen auch noch g Wasser mit erheblicher Ausflufsgeschwindigkeit herzugeb

Noch weit mehr Werth, als diese, haben Eytel

*, wo bei 4 Fuſs Wasserhöhe und 266 Quadratzoll itt des Gefäſses, die Ausfluſsmündung immer 1 Zoll . Hier ward nun beobachtet, in wie langer Zeit ein n 4156 Cubikzollen gefüllt wurde, und die Ungleicher Zeiten, je nachdem eine oder die andre Ansatzröhre t wurde, machte den Gegenstand der Beobachtungen aus. ard indeſs das Gefäſs, aus welchem das Wasser ausfloſs, üllt erhalten, weil die bei zuflieſsendem Wasser unverhervorgehende unregelmäſsige Bewegung des Wassers s das gleichmäſsige Ausflieſsen störte; da es aber hier die Vergleichung des Ausflusses nach Verschiedenheit :chen ankam, so nehme ich auf die später zu erwähnenichheit der Geschwindigkeit bei einem sich ausleerenäſse hier nicht Rücksicht. Jenes als Maſs dienende Gede in 59½ Sec. gefüllt, wenn die Mündung in einer ½ icken Platte war, und dann betrug die Ausfluſsmenge der berechneten Quantität, die nämlich der bekannten indigkeit gemäſs bei nicht contrahirtem Strahle ausflieſsen Dagegen füllte sich des Gefäſs schon in 37½ Sec., wenn ne Einfluſsröhre, deren äuſsere Mündung 12 Lin., die Mündung 15 Lin. war und deren Länge 8 Lin. betrug, ern des Gefäſses anfügte. Hier war also die Ausfluſs- = 0,9798 der berechneten, und dieses bloſs deshalb, er störende Seitenzufluſs nahe vor der Ausfluſsöffnung lie kleine Einmündungsröhre abgehalten und der Zufluſs im Innern des Gefäſses so zugeleitet wurde, wie es die rst im Freien entstehende Form des zusammengezognen fordert. Brachte man eine der vorigen Einmündungsganz ähnliche an, setzte aber zugleich noch auſserhalb sfluſsröhrchen an, das $8\frac{1}{16}$ Zoll lang und am Ausfluſsende oll weit vor, so füllte sich das zur Messung dienende Ge- 23⅔ Sec. und die Wassermenge betrug nun mehr, als sie Zoll weiter Oeffnung, nach der Berechnung betragen sollte, h 1,5526 der theoretisch bestimmten Menge. Hier zeigte sich e Einwirkung der vor der Oeffnung angefügten Ansatzröhre tlichsten, und diese scheint darin zu bestehen, daſs die Angskraft der Röhre gegen das Wasser bewirkt, daſs die Röhre nz füllt, und dann aus der vordern weitern Mündung sogar

Handb. d. Mechanik fester Körper und der Hydraulik. S. 118.

flufs wird nun freilich durch die engere Oeffnun
aber indem im ersten Augenblicke ein stärkeres
aus ab statt fand, müfste zwischen cd und ab
wasserleerer Raum entstehen, wenn der Zuflufs
Ersatze des Ausflusses nicht hinreichte, und we
leere Raum wirklich entstände, so würde auf k
+ Druck der Luft = h + 32 Fufs das Hei
Wassers durch cd befördern; freilich würde in
genblicke auch der Druck der Luft auf ab den Au
sers hemmen, aber dennoch ist es, obgleich es i
dafs vor cd ein leerer Raum entstände, jener v
stärkte Druck, welcher den Ausflufs unterhält.
DAN. BERNOULLI[1] und die ganz eben so ausgefü
TURI[2] zeigen dieses noch deutlicher. Bei einem
mente war ebenso, wie im eben erwähnten Ver
fsere Mündung der horizontalen Röhre weiter,
dung und in dem Zwischenraume ca hatte eine
Fig. 122. eine freie Verbindung mit dem Wasser in cb.
kein Ausflufs statt fand, hatte das Wasser bei f
wie im Gefäfse, aber sobald das Ausfliefsen anfi
das Wasser in f tiefer als die Oberfläche im Ge
weise, dafs ein Heransaugen der Flüssigkeit in
statt fand, oder das zu schnelle Ausfliefsen des
das hinterwärts liegende, (vermöge des Drucks
sich fortrifs. Wäre bei EYTELWEIN's Versuche

te und doch wenigstens 0,6 der theoretisch bezeichne- ausfliefst; statt dessen flofs aber nur das 1,55 fache aus, r Grund aus dem vorigen wohl zu übersehen ist. Im Raume fände also diese Vermehrung nicht statt. Einige ersuche Eytelwein's will ich nachher erwähnen.

meisten ins Grofse getrieben sind unstreitig die Versu- helotti's über diesen Gegenstand[1]. Zu denselben he bei Turin ein Arm des Flüfschens Cossola, der eines schnellen Falles sich gut dazu eignet, angewandt, mehr als 20 Fufs hoher Wasserbehälter, der in der Be- ng der Thurm genannt wird, gebauet. Dieser Thurm Zoll dicken Wänden enthält einen innern Querschnitt uadratfufsen, sein Boden ist ein Fels und besteht aus nzigen Stücke. Er hat Seitenöffnungen zum Ausfliefsen ssers, deren eine ganz unten, die zweite 10 Fufs hoch, te 15 Fufs hoch, sich noch 5 Fufs unter dem Boden des ngscanales befindet. Gallerien um den Thurm geben an ten, wo beobachtet werden soll, einen bequemen Stand- Die Oeffnungen können sowohl durch die Deckplatte schlossen, als durch vorgeschobene Platten zu einer be- en Gröfse verkleinert werden. Ein Einleitungscanal von breit und 57½ Fufs lang, dessen letzter 24 Fufs langer aus einer, auf steinernen Bogen ruhenden, aus Mauer- ufgeführten Wasserleitung besteht, geht völlig horizon- zum Thurme fort. — Die übrigen Einrichtungen hier chreiben würde zu viel Raum fordern. Die Höhen des rs wurden während der ganzen Zeit eines Versuchs oft , um diejenige äquirte Höhe, die man in Rechnung brin- ufste, zu bestimmen, angemerkt; das aus den Oeffnun- usgeflossene Wasser aber in einem genau ausgemessenen n Behälter von 289 Quadratfufs Querschnitt aufgenom- nd seinem Cubikinhalte nach berechnet.

bgleich bei diesen, so wie bei einigen der schon erwähn- rsuche die Ausflufsöffnung erheblich grofs war, so dafs uf die verschiedene Tiefe ihrer einzelnen Theile unter der äche Rücksicht nehmen müfste, so kann man doch, wie achher auch theoretisch zeigen wird, bei quadratischen

---

Michelotti specimenti idraulici. Torino. 1767. und Mich. Hy- Versuche, übers. von Zimmermann. Berlin. 1808.

und kreisförmigen Oeffnungen die Mitte der Oeffnung, als den Punct, dessen Tiefe man in Rechnung ziehen muſs, ansehen. Aber bei den quadratischen Oeffnungen, die in einer 4 Linien dicken Platte eingeschnitten waren und 3 Zoll Seite hatten, fand sich, daſs die Ecken gar nicht von dem ausströmenden Wasser berührt wurden, und daſs der Strahl eine eckige Gestalt annahm, deren Querschnitte in mehr oder minderer Entfernung von der Oeffnung ungleich gefunden wurden[1].

Die Versuche wurden angestellt mit einer quadratförmigen Oeffnung von 3 Zoll Seite, an welche bei andern Versuchen eine 8 Zoll lange Röhre angesetzt wurde, und auch inwendig ein cykloidalischer Ansatz, als Zuleitung, angebracht werden konnte; ferner mit einer kreisförmigen Oeffnung von 3 Zoll Durchmesser, die entweder ohne Ansatzröhre, oder mit einer 8 Zoll langen cylindrischen Ansatzröhre gebraucht wurde; ferner mit 2 zölligen und 1 zölligen Oeffnungen. Diese Versuche wurden bei Wasserhöhen von ungefähr $6\frac{1}{2}$ Fuſs, $11\frac{1}{4}$ Fuſs, 21 Fuſs wiederholt. Hier ergab sich nun, daſs, indem man die theoretisch berechnete Geschwindigkeit als richtig annimmt, der zusammengezogne Strahl bei derselben Gröſse und sonstigen Einrichtung der Oeffnungen gleich gefunden wurde, man mochte die gröſsern oder die geringern Druckhöhen nehmen, daſs also die theoretisch berechneten Geschwindigkeiten bei ungleichen Höhen der wirklich ausflieſsenden Wassermenge proportional sind, und die Geschwindigkeiten also wirklich so groſs sind, wie diejenigen, die der Druckhöhe bei freiem Falle zugehören würden.

In Rücksicht auf die Vermehrung des Ausflusses bei angebrachten prismatischen oder cylindrischen Röhren auſserhalb, oder cykloidisch geformten Röhren innerhalb des Gefäſses geben die Versuche Resultate, die mit den schon erwähnten sehr nahe zusammenstimmen; ich theile hier eine kurze Uebersicht mit, worin bloſs die Gröſse, Gestalt und sonstige Einrichtung der Oeffnung, die Druckhöhe und das Verhältniſs der beobachteten Wassermenge zur berechneten, =1 gesetzten, angegeben wird[2].

---

1 In dem Werke Michelotti's sind diese Strahlen abgebildet; sie haben Aehnlichkeit mit der gleichsam gewundenen Form, die wir so oft an Wasserstrahlen bemerken, welche aus unregelmäſsigen Oeffnungen hervordringen.

2 Die vom jüngern Michelotti angestellten, im Anhange des

	Druckhöhe.			Beobachtete Wassermenge.
he Oeffuung	6′	8″	7‴,6	0,6141
Seite in einer	11	9	1,9	0,6126
icken Platte.	21	8	10,8	0,6135
ige Oeffnung	6′	8″	4‴,0	0,6102
dünnen Platte	11	7	9,2	0.6096
. Durchm.	21	7	3,4	0,6112
he Oeffnung	6′	7″	9‴,9	0,6515
eite in einer 4	11	7	3,0	0,6450
cken Platte.	21	7	1,8	0,6359
Oeffnung in ei-	6	9	10,1	0,6033
½ Lin. dick.	21	8	10,7	0,6056
ige Oeffnung	6	9	1,7	0,6132
ll Durchm. in	11	8	8,2	0,6024
innen Platte.	21	9	1,5	0,6025
he Oeffnung	6	8	11,2	0,6086
in einer dün-	11	9	8,0	0,6061
Platte.	21	9	8,8	0,6047
ge Oeffnung l Durchmesser dünnen Platte.	6	10	6,9	0,6197
	22	0	2,5	0,6226
he 3 zollige	6	10	11,2	0,8147
mit 8 Z. langer	11	6	5,8	0,8026
1. Ansatzröhre.	21	7	7,8	0,8132
ige Oeffn. von	6	8	6,1	0,8402
m. mit 8 zolli-	11	8	9,2	0,8463
r. Ansatzröhre.	21	9	8,0	0,8416
he 2 zollige	6	8	8,0	0,8414
mit 8 Zoll lan-	11	7	4,5	0,8382
Röhre.	21	8	11,6	0,829..
ige 2 zollige	6	8	9,2	0,8233
mit 8 zolliger	11	10	2,7	0,8253
Röhre.	21	8	4,6	0,8230

ICHELOTTI mitgetheilten Versuche geben nahe dieselben

	Druckhöhe.			Beobachtete Wassermenge.
Quadr. 1 zoll. Oeffnung mit 8 zoll. Röhre.	6′	8″	9,2‴	0,8008
	21	8	6,1	0,7944
Kreisförmige 1 zoll. Oeffnung mit 8 zoll. Röhre.	6	9	8,0	0,7754
	21	9	7,1	0,7983
3 zollige quadrat. Oeffnung, inwendig mit cykloidischem Ansatze[1].	6′	7″	8‴,4	0,9283
	11	8	7,7	0,921..
	21	6	8,6	0,941..
Dieselbe mit dem cykloid. Ansatze und aufsen mit einer 8 zolligen Röhre.	6	10	2,5	0,9499
	11	9	2,2	0,9626
	21	8	6,9	0,9566

Michelotti bemerkt, dafs die Länge der Ansatzröhre 8 Zoll nicht für alle Oeffnungen gleich vortheilhaft zu Verm rung der Quantität des ausfliefsenden Wassers sey, und Eyt wein hat diesen Einflufs, welchen die Länge der Röhre noch genauer untersucht. Gab er einer blofsen cylindri Ansatzröhre verschiedene Längen, so nahm bei geringer Lä derselben die Wassermenge zu, bei gröfserer Länge wieder
ohne Ansatzröhre und ohne Einmündung = 0,6176
mit 3 Zoll langer Ansatzröhre = 0,8211
- 12 - - - - - - - - - = 0,7655
- 36 - - - - - - - - - = 0,6804
- 60 - - - - - - - - - = 0,6024

Brachte Eytelwein, so wie oben erwähnt ist, innen die Einmündungsröhre als Nachahmung der Form des zusammengezogenen Strahles und zugleich nach aufsen die sich erweiternde Röhre an, so war die Wassermenge:

ohne zwischengesetzte Röhre = 1,5526
bei 3 Zoll langer zwischenges. Röhre = 1,3362
- 12 - - - - - - - - - - - - = 1,1051
- 24 - - - - - - - - - - - - = 0,9798
- 36 - - - - - - - - - - - - = 0,9073

---

1 Der Durchmesser des die Cykloide erzeugenden Kreises = 18 Lin. = dem halben Durchmesser der Oeffnung. Nahm statt dessen einen cykloidischen Ansatz, dessen erzeugender Kreis = Lin. Durchmesser hatte, so war die Wassermenge noch etwas gröfs

neuesten, mir bekannten, Untersuchungen über den des Wassers aus kleinen Oeffnungen sind von Hachette t[1]. Er fand, dafs die Zusammenziehung des Strahles sströmen aus Oeffnungen in dünnen Wänden bei sehr Oeffnungen weniger beträgt, als bei etwas gröfsern, so bei Oeffnungen von 1 Millimeter Durchmesser den Querles zusammengezogenen Strahles = 0,69, bei Oeffnun- 0,55 Millimeter Durchmesser = 0,77 setzen könne, nungen von 10 Millimetern Dnrchmesser sey er 0,60 bis Dieser Unterschied ist vermuthlich daraus zu erklären, sehr engen Oeffnungen die Dicke der Wand des Gefäfses nflufs hat, und schon einer kleinen Ansatzröhre ähnlich wenn auch diese Dicke so geringe ist, dafs sie bei gröeffnungen noch keine solche Einwirkung äufsert. Indefs lie Versuche nicht immer genau einerlei Resultate. Die ler Oeffnung hatte bei Gleichheit des Inhalts keinen eren Einflufs auf die Menge des ausfliefsenden Wassers, lie Umfangslinie nicht einwärts gehende Winkel hatte. inwärts vorspringenden Winkel geben dem Strahle eine die zunächst an der Oeffnung durch zwei eine Höhlung le, weiterhin durch zwei einen Vorsprung bildende Fläebildet wird. Ueberhaupt geben zwei geradlinige Seiten ffnung nicht dem Strahle zwei ebene Seiten, sondern da ntraction in dem schmalern Zwischenraume an der Spitze gewöhnlichen Winkels geringer ist, als da wo der Zwiaum gröfser wird, so erhält der Strahl statt zweier ebeerflächen zwei convexe Flächen.

Venn man an die Oeffnung eine kurze Ansatzröhre fügt, mehrt diese die Ausflufsmenge nur dann, wenn sie aus Materie ist, die von der ausfliefsenden Flüssigkeit benetzt Bei sehr kleinem Durchmesser der Ansatzröhre und einer gend erheblichen Länge nimmt dagegen die Ausflufsmenge, ı des Widerstandes in der Röhre sehr ab; und ein Haaren giebt bei gröfserer Länge nur ein Hervordringen in nen Tropfen; je geringer der Druck ist, desto eher tritt Umstand ein.

Hachette behauptet ferner, dafs bei abnehmender Druckdie Contraction sich sehr bedeutend vermindere, nämlich

---

Ann. de Chim. et de Phys. I. 202. III. 78.

netzt werden und daher ihre Wirksamkeit aufh(

Wenn die Druckhöhe sehr klein wird, so r eine andere Form an, als vorher und zuletzt kor susammenhängenden Strahls nur noch Tropfen l

Das Phänomen der Zusammenziehung de: auch beim Quecksilber statt; das Verhältniſs d des zusammengezogenen Strahls zur Oeffnung i Wand ist so, wie beim Wasser. Ein eiserne: wirkte in dem Ausflusse des ganz reinen Quecksi änderung, die Ausfluſsmenge blieb, wie bei c einer dünnen Wand; war aber die Röhre im In Zinn-Amalgam bestrichen, so verminderte sich ziehung des Strahls, so wie es beim Wasser n ner Ansatzröhren der Fall ist. Eben so konnte 1 ser den Einfluſs der Ansatzröhre aufheben, we mit Wachs überzogen waren und das Wasser als

Oel flieſst wegen seiner unvollkommenen F samer als Wasser aus, und zwar so, daſs bei von 1 Millimeter Durchmesser in gleichen Zeit Drittheil soviel Oel als Wasser ausflieſst.

Bei HACHETTE's Versuchen im luftleeren R lich das Wasser in einen mit sehr verdünnter Raum floſs, ist das besonders auffallend, daſs e wegen der durch den Druck der Luft stark schwindigkeit, sich von den Wänden der Ansa

nimmt, bestimmt wurde. Diese Versuche zeigten, a LICHTENBERG in einem Briefe an DE LÜC[1] bemerkt ıſs mit der Wärme auch die Flüssigkeit des Wassers . Bei LICHTENBERG's Versuchen zeigte sich dieses daſs warmes Wasser beim Auströpfeln mehr Tropfen gab; bei GERSTNER's Versuchen zeigte es sich durch e Schnelligkeit des Ausflusses[2]. Das folgende Täfelıält die Resultate einiger dieser Versuche.

›s Was- ıdes in Zoll.	Wärme in Réaum. Graden.	Geschwindigkeit des ausflieſs. Wassers in Paris. Zoll.	Abmessung der Röhren in Paris. Lin. u. Zollen.
10,7	30	16,2	Durch eine $\frac{4}{5}$ Lin. weite, 33 Zoll lange Röhre.
	4	7,8	
3,7	30	6,0	
	4	2,8	
10,7	40	26,6	Durch eine $\frac{8}{8}$ Lin. weite, 33 Zoll lange Röhre.
	4	25,1	
3,7	40	15,8	
	4	10,0	
10,7	30	38,4	Durch eine $\frac{5}{6}$ Lin. weite, 9,7 Zoll lange Röhre.
	4	28,4	
3,7	30	20,2	
	4	11,8	
10,7	40	48,7	Durch eine $\frac{10}{7}$ Lin. weite, 9,7 Zoll lange Röhre.
	4	44,0	
3,7	40	27,2	
	4	22,7	
10,7	40	25,7	Durch eine $\frac{12}{5}$ Lin. weite, 63 Zoll lange Röhre.
	2½	23,7	
3,7	40	14,7	
	2½	12,2	

: Unterschied wird am auffallendsten da, wo eine enge nlich lange Röhre durch den Widerstand der Wände die ndigkeit sehr vermindert.

ə ich diese Versuche über den Ausfluſs des Wassers aus Oeffnungen und aus Röhren verlasse, mag hier noch ein nter Versuch DÜFAY's[3] Platz finden. Dieser lieſs, verlurch einen von VARIGNON angestellten Versuch, reines

ᴇ Lüc neue Ideen über die Meteorol. I. 147.
ı. V. 170.
Ḿém. de Paris. 1786. p. 191.

Wasser und eine gefärbte Flüssigkeit durch zwei sich durc zende Röhren laufen und fand hierbei folgenden merkwi Erfolg. Es wurden aus zwei Gefäfsen, deren eines mit das andere mit rothem Weine oder einer andern stark ge Flüssigkeit gefüllt war, die Röhre zum Abflusse, durchkr

Fig. 123. so geführt, dafs AB das Wasser, CD die gefärbte Flü aufnahm. Liefs man dann durch gleichzeitig geöffnete beide Flüssigkeiten zugleich und mit gleicher Geschwi eintreten, so flofs das Wasser fast ganz rein durch BE, gefärbte Flüssigkeit eben so unvermischt durch DF aus; Flüssigkeit schien also von der andern abzuprallen. Daſ noch auffallender wurde, wenn der Theil ABE von den CDF durch eine horizontale Verbindungsröhre getren läfst sich hiernach wohl erwarten; diese Verbindungsröh sich etwa zur halben Länge mit einer, und zur halbe mit der andern Flüssigkeit.

An diese Versuche mag sich zunächst die theoretis stimmung der Geschwindigkeit des aus kleinen Oeffnung fsenden Wassers anschliefsen. Sie beruht auf der Ueber dafs der, durch die Wasserhöhe dargestellte Druck, als gende Kraft, proportional seyn mufs dem Producte aus wegten Masse in die Geschwindigkeit. Also wenn die der Oeffnung = ff, Druckhöhe = h, Geschwindigkei hervordringende Masse = v ff ist, ff. h = m . ff. v v seyı

Da diese Betrachtung nachher noch gründlicher a tet vorkommt, so will ich hier nur kurz bemerken, da $m = \frac{1}{4g}$ findet, wenn g den Raum des freien Falls in de Sec. bedeutet. Es ist also $v = 2.\sqrt{g.h}$ oder so grofs, Geschwindigkeit, die ein von der Höhe = h frei herabf Körper erlangt.

Diese Formel $v = 2\sqrt{gh}$, welche die Ausflu = ff.v giebt, wenn man für ff den Querschnitt des mengezogenen Strahls setzt, läfst sich auch mit ziemlic nauigkeit auf gröfsere Oeffnungen anwenden. Hier müſ offenbar, wenn eines bestimmten Punctes der Oeffnun unter der Oberfläche = x, die hier statt findende Br Oeffnung = y ist, ydx als Querschnitt desjenigen The Oeffnung in welcher die Geschwindigkeit $= 2\sqrt{gx}$ ist, a und $2\sqrt{g}.\int y x^{\frac{1}{2}} dx$ gäbe für die ganze Oeffnung gen

ssermenge. Wenn y eine Function von x ist, so fordert gration oft Entwickelungen, die hier, wo analytische ngen zu erörtern nicht die Absicht ist, zu weitläuftig ürde; ich setze daher nur für die rechtwinkliche Oeffit horizontalen und verticalen Seitenlinien $y = a$, und an, die obere Seite der Oeffnung liege in der Tiefe die untere in der Tiefe $= h + b$, dann ist jenes Integral n den richtigen Grenzen genommen

$$= \tfrac{2}{3} a \sqrt{g} \cdot \left\{ (h + b)^{\frac{3}{2}} - h^{\frac{3}{2}} \right\}$$

emlich nahe $= 2 a \sqrt{g} \left\{ h^{\frac{1}{2}} . b + \tfrac{1}{4} \frac{b^2}{\sqrt{h}} - \tfrac{1}{24} \frac{b^3}{\sqrt{h^3}} \right\}$

$$= 2 a b \sqrt{gh} \left\{ 1 + \tfrac{1}{4} \frac{b}{h} - \tfrac{1}{24} \frac{b^2}{h^2} \right\};$$

nan dagegen angenommen, es sey für die ganze Oeffnung , die Geschwindigkeit so groſs als es der mittleren Tiefe anen ist, $= 2 \sqrt{g (h + \tfrac{1}{2} b)}$, so wäre die Wassermenge

$$= 2 a b \sqrt{g} . \sqrt{(h + \tfrac{1}{2} b)}$$

$$= 2 a b \sqrt{gh} \left\{ 1 + \tfrac{1}{4} \frac{b}{h} - \tfrac{1}{32} \frac{b}{h^2} \right\}.$$

: Ausdruck giebt schon keine erhebliche Abweichung vom örigen, wenn auch $b = \tfrac{1}{10} h$ wäre, und bei gröſsern Weron b wird man ohnehin, wegen der dann entstehenden gelmäſsigkeit des Ausflusses, keine strenge Rechnung mehr n können, indem bei allzu geringer Höhe des Wassers ler Oeffnung, die Oberfläche eine trichterförmige Vertiezeigt. Hierher gehört dann auch die Frage, wie man rechmuſs, wenn das Gefäſs sich allmählig ausleert. Es ie Oeffnung klein $= f f$ und φ^2 gebe den Querschnitt des ses an der Stelle an, wo sich eben jetzt die allmälig sin- Oberfläche befindet. Heiſst dann x die Tiefe der Oeffunter der Oberfläche, so ist bei einem Sinken der Ober- $= dx$, die fortgeflossene Quantität $= \varphi^2 . dx$; eben ist aber auch, (wegen des Ausfluſsgeschwindigkeit $\sqrt{gx}$) $= 2 f^2 . \sqrt{gx} . dt$ in der Zeit $= dt$, und folg-

$dt = \frac{-\varphi^2}{2 f^2} . \frac{dx}{\sqrt{gx}}$, negativ, weil x abnimmt, das ist

onst. $- \frac{\varphi^2}{f^2} \sqrt{\frac{x}{g}}$ für ein constantes φ^2.

War also für $t = 0$, die Höhe $x = h$, so ist allgemein $t = \frac{\varphi^2}{f^2}\left(\frac{\sqrt{h}-\sqrt{x}}{\sqrt{g}}\right)$. Dürfte man diese Formel anwend bis $x = 0$ würde, oder bis alles Wasser ausgeflossen ist, wäre die Zeit der Ausleerung $= \frac{\varphi^2}{f^2}\sqrt{\frac{h}{g}}$, und in dieser Z wäre die Wassermenge $= \varphi^2 . h$ ausgeflossen, da das Gef als überall gleich weit vorausgesetzt wurde. Hätte man die H $= h$ immer unverändert erhalten, so wäre die Geschwindigk $= 2\sqrt{gh}$ und die Ausflufsmenge während der Zeit $= \frac{\varphi^2}{f^2}\sqrt{}$ wäre $= 2f^2 . \sqrt{gh} . \frac{\varphi^2}{f^2}\sqrt{\frac{h}{g}} = 2\varphi^2 h$ doppelt so grofs vorhin.

Die Berechnung der aus gegebenen Gefäfsen bei gegebe Höhe und Oeffnung ausfliefsenden Wassermenge findet manni faltige Anwendung. Die Fälle, wo man die Druckhöhe wä len und sie daher so bestimmen kann, dafs eine Wassermeng so grofs, als ein gewisser Zweck sie fordert, ausfliefse, od wo man die Gröfse der Oeffnung der geforderten Wassermeng gemäfs festsetzen soll, oder wo man nach gegebenen Verhält- nissen einen bestimmten Wasservorrath unter mehrere Ausfluss- öffnungen vertheilen soll, liefse sich ihren Gründen nach leicht übersehen[1]. Wie fern die Anordnung der *Springbrunnen* von den hier betrachteten Gesetzen abhängt, wird in einem eigenen Artikel gezeigt. Ich will daher nur bei den Anwendung auf die Pumpen und auf den Heber einen Augenblick verweile

Bei der Druckpumpe kommt die Frage vor, mit welch Geschwindigkeit des Wassers die aus der Röhrenmündung deren Höhe $= h = AD$ oberhalb der Grundfläche des Kolb gegeben ist, ausfliefst. Hier giebt man das auf B C drücke Gewicht $= P$, welches den Kolben nieder treibt, durch Höhe einer Wassersäule $= H = \frac{P}{f^2}$ an, wenn f^2 der Qu schnitt des Cylinders ist; die Ausflufsgeschwindigkeit ge dann der Höhe $= H - h$ zu, wenn man bei der Bestimm von H schon auf Reibung und andere Hindernisse Rücksicht nommen hat[2].

1 Prony sur la mesure appellée pouce du fontainier. An Phys. et Chim. III. 241.

2 Vergl. Art. *Druckpumpe*.

i der Saugpumpe ist die vorzüglich hieher gehörende ie, wie schnell das durch die Oeffnung am untern Ende gröhre hinaufsteigende Wasser ausfliefst, und wie schnell er Kolben sich bewegen mufs, um dem eintretenden Wasser ndernifs in den Weg zu stellen. Dabei mufs dann der Druck t auf die aufsen stehende Wasserfläche als von der einen irkend, die schon gehobene Wassersäule mit dem Drucke dünnten Luft vereinigt, als von der andern Seite wir- in Betrachtung gezogen werden. Aufserdem kommt auch ie Rücksicht auf die etwas veränderte Ausflufsmenge in alle, wenn der Strahl in eine Wassermasse eintritt, ır.

eim Heber hängt die Bestimmung der ausfliefsenden Was- ge von folgender Ueberlegung ab. Ist einmal das ganze ohr gefüllt, und es ist der Druck der Luft einer Wasser- von der Höhe = k gleich, so findet in A blofs der Druck tmosphäre = k statt; in B′, wenn die verticale Höhe : h ist, hat man den Druck = k — h, in D würde der Fig. 125. , wenn BE = h′ heifst, = k — h + h′ seyn, oder durch o hohe Wassersäule dargestellt werden, wenn D sich im ren Raume befände; im gewöhnlichen Falle wirkt aber ruck der Luft = k in D, fast genau so stark als in A, ent- , und h′ — h = CE ist also die der Ausflufsgeschwindig- ugehörige Druckhöhe, die durch den Widerstand in den n noch um etwas vermindert wird.

Dieser Widerstand, welchen das Wasser beim Fortfliefsen igeren Röhren leidet, würde ebenfalls einen besondern Ge- and der Hydrodynamik ausmachen; da sich aber darüber enig theoretisch Begründetes sagen läfst, so übergehe ich n Gegenstand gänzlich[1].

Eben so wenig leistet die Theorie in Beziehung auf die gung des Wassers in offenen Canälen und in Strömen. t die Frage, welche Gestalt die Oberfläche des Wassers

---

[1] Um so mehr, da im Art. *Druckpumpe* etwas hierher Gehöri orkommt. Vergl. Büat Grundlehren der Hydraulik. Prony ré- hes sur la théorie des eaux courantes — nd einige theoreti- Untersuchungen in Euler's Gesetze des Gleichgewichts und der gung flüssiger Körper. S. 369. endlich G. XXXIV. 157.

annimmt, wenn dieses aus einem oben offenen Einschnitte in der Wand des Gefäſses hervordringt, ist theoretisch noch gar nicht, und auch praktisch wohl nicht genügend beantwortet. Eytelwein's Versuche[1] geben allerdings einige Aufschlüsse, und Poncelet hat die Gestalt der Oberfläche noch genauer bestimmt, indem er von einem horizontalen Brette dünne Stäbchen bis auf die gekrümmte Oberfläche herabreichen lieſs, und so Abscissen und Ordinaten derselben erhielt[2].

Die Fragen, wie in Strömen die Geschwindigkeit vom Gefälle abhängt, wie und nach welchen Gesetzen sie in den verschiedenen Höhen über dem Boden verschieden ist u. s. w. sollte eigentlich die Hydrodynamik beantworten; aber man ist bis jetzt noch nicht dahin gelangt, das, was die Versuche lehren, unter allgemeine Gesetze zu bringen[3].

Alle diese Lehren sind vorzüglich deswegen einer theoretisch strengen Entwickelung nicht fähig, weil erstlich das Gesetz der Stetigkeit hier so oft verletzt wird, und zweitens sich andere Hindernisse der Bewegung einmischen, die sich nicht genau bestimmen lassen. Bei dem Ausflusse aus Gefäſsen zum Beispiel ist der plötzliche Uebergang vom weiten Gefäſse zur sehr engen Oeffnung ein ganz vom Gesetze der Stetigkeit abweichender Umstand, beim Uebersturze über ein Wehr oder beim Hervorstürzen aus einem oben offenen Einschnitte in die Wand, bei den Krümmungen der Röhren, Canäle und Ströme, bei ihren unregelmäſsigen Verengerungen u. s. w. findet eben das statt. Der Widerstand, den die Bewegung an den Röhrenwänden und an der Oberfläche des Fluſsbettes leidet, lieſse sich noch eher als eine Function der Geschwindigkeit, wenigstens mit Hülfe von Versuchen bestimmen, obgleich auch da eine neue Schwierigkeit dadurch entsteht, daſs jedes, auch nicht die Wand berührende Theilchen von dem benachbarten, langsamer flieſsenden aufgehalten wird. Eben jene Schwierigkeit, die aus den Abweichungen vom Gesetze der Stetigkeit hervorgeht, fin-

1 Mechanik und Hydraulik. S. 140.

2 Dupin bezieht sich auf Poncelet's Abh. im Bulletin de la Société d'encouragement etc. ohne den genauen Ort anzugeben. Dupin Geom. und Mechan. d. Künste und Handw. III. 233.

3 Die hierher gehörigen Versuche werden im Art. *Strom* erwähnt werden.

auch bei dem Stoſse flüssiger Körper gegen feste, und Widerstande, den feste Körper bei ihrer Fortbewe- flüssigen leiden. Bis jetzt wenigstens ist unsere Theo- n nicht im Stande, die Wege der einzelnen Wassertheil- leren regelmäſsiger Fortgang durch den festen Körper un- nen wird, zu bestimmen, und wir müssen uns daher be- , den Stoſs so zu berechnen, als ob dem flüssigen Theil- bei einer der Richtung seiner Bewegung senkrecht entge- ellten Ebene, alle Bewegung geraubt würde, bei einer , welche dieser Bewegung geneigt entgegengestellt ist, er bei der Zerlegung senkrecht gegen die Ebene gerich- neil der Bewegung, als völlig zerstört, angesehen. Da diese Gegenstände einer Entwickelung, abgesondert von gemeinen Principien der Hydrodynamik empfänglich sind, weise ich auf die Artikel: *Stoſs flüssiger Körper an feste, Widerstand.*

Die Oscillationen des Wassers in verbundenen Röhren, wo der einen sinkt, wenn es in der andern steigt, sind mehr er theoretischen Darstellung geeignet, und werden nach- orkommen. Ist aber diese Oscillation mit einem Durch- durch enge Oeffnungen oder engere Röhrentheile verbun- oder wird die Bewegung sogar zuweilen plötzlich gehemmt, genöthigt, eine andere Richtung anzunehmen, so wie es Stoſsheber[1] der Fall ist, so fällt wieder die Möglichkeit strengen Theorie weg.

Endlich muſs ich noch die Rückwirkung, welche aus der gung des ausflieſsenden Wassers entsteht, erwähnen. Flieſst Vasser durch eine Seiten-Oeffnung des Gefäſses aus, so er Druck auf die der Oeffnung gegenüberstehenden Wand durch einen Gegendruck ausgeglichen und das Gefäſs er- in Bestreben, nach der Richtung, welche der Ausfluſsbe- ng entgegen gesetzt ist, fort zu gehen. Es sey nämlich D ein Gefäſs, dem ich hier verticale, parallele Wände nen will. In e sey eine, für jetzt noch mit einem Deckel lossene Oeffnung, so ist der horizontale Druck auf das Gefäſs $=0$, und namentlich wird der Druck auf e durch genau eben so starken Druck auf das gegenüberstehende dstück f aufgehoben. Wird aber dann e geöffnet, so dauert

Fig. 126

[1] S. Art. *Stoſsheber.*

der Druck in f fort, während er in e nicht mehr statt findet, und das Gefäfs leidet also nach der Richtung fg einen Druck, der es zum Ausweichen oder zur Fortbewegung bringen kann, wenn es leicht genug aufgehängt ist, um diesem Drucke Folge zu leisten. Man pflegt, um diese Rückwirkung zu zeigen, das Gefäfs an einem horizontalen Arme so zu befestigen, dafs dieser eine gegen fe senkrechte Richtung hat; ist dann dieser Arm mit seinem andern Ende an einer sehr leicht drehbaren verticalen Axe befestiget, so wird das Gefäfs, während das Wasser bei e ausfliefst, sich um diese Axe drehen. Auf diese Rückwirkung ist die Anordnung des *Segner'schen Wasserrades* und der *Barker'schen Mühle* gegründet[1]. Der Druck, welcher hier der Oeffnung gegenüber, nicht compensirt wird, ist die bewegende Kraft, deren Wirkung sich den allgemeinen Gesetzen der Drehungsbewegung gemäfs bestimmen läfst.

Auf eben dieser Rückwirkung beruht das Zurückprallen der Kanonen beim Abfeuern. Selbst ohne eingeladene Kugel findet dieses statt, weil der mit Gewalt hervordringende Strom elastischer Flüssigkeiten einen eben solchen Druck auf die übrigen Wände, wie das Wasser, während des Ausströmens, ausübt. Nach HUTTON's Versuchen nimmt der Rückstofs (recul) in stärkerm Mafse als die Pulverladung zu, wenn keine Kugel eingeladen ist, so dafs unter sonst gleichen Umständen bei 2 Unzen Ladung der Rückstofs $2\frac{1}{2}$ Zoll, bei 16 Unzen Ladung 28 Zoll betrug. Ist die Kanone mit einer Kugel geladen, so kommt zu dieser Rückwirkung noch diejenige, welche der Masse der Kugel proportional ist; wird eine Kugel von 1 Pfunde mit der Geschwindigkeit $= c$ fortgestofsen, so weicht die m Pfunde schwere Kanone mit einer Geschwindigkeit $= \frac{1}{m} c$ zurück, die sich mit jener Geschwindigkeit des Rückstofses vereinigt. Dafs der Rückstofs gröfser ist, wenn man, bei gleicher Ladung, sich längerer Kanonen bedient, hängt offenbar davon ab, dafs der ganze Rückstofs so lange dauert, bis die elastischen Flüssigkeiten sich aus der Mündung hinaus ergossen haben, und dafs bei der, mit gröfserer Länge der Kanonen verbundenen längern Dauer der Wirkung auch der gesammte Rückstofs zunimmt[2].

1 S. *Wasserrad*, *Segner's*.

2 HUTTON's exper. d'artillerie, p. 133. der franz. Uebers. v. VILANTROYS.

wegung der Raketen, vielleicht auch die Bewegung :eorischen Feuerkugeln, hängt eben hiervon ab.

ıntwickelung der Grundformeln der Hydrodynamik, und Anwendung derselben.

s sey für irgend ein Theilchen des Flüssigen die Lage Coordinaten x; y; z; gegeben, auf dieses wirken be- nigende Kräfte X; Y; Z; mit den Richtungen dieser ınaten parallel, und diese Kräfte nehme man, als Func- des Orts, als gegeben an. Am Ende der Zeit = t sey :schwindigkeit des Theilchens so, daſs die Zerlegung nach Hauptrichtungen u; v; w; als die drei den Coordinaten ılen ¡Geschwindigkeiten giebt. Diese Geschwindigkeiten 'unctionen der vier Gröſsen x; y; z; t; weil in demsel- ugenblicke die Geschwindigkeiten in verschiedenen Punc- hr ungleich seyn können, und weil sie in einem bestimm- ıncte des Raums im Fortgange der Zeit Aenderungen erlei- ınnen.

'assen wir nun ein bestimmtes Wassertheilchen ins Auge, ı Lage durch x; y; z; am Ende der Zeit = t bestimmt :, so sind am Ende der Zeit = t + dt die Coordinaten Theilchens offenbar = x + udt; y + vdt; z + wdt; so die vollständigen Werthe der Aenderung der Geschwin- ten für ein und dasselbe Theilchen zu haben, muſs man ı allgemeinen Werth

$$u = \left(\frac{du}{dx}\right) dx + \left(\frac{du}{dy}\right) dy + \left(\frac{du}{dz}\right) dz + \left(\frac{du}{dt}\right) dt$$

$$= \left(\frac{du}{dx}\right) udt + \left(\frac{du}{dy}\right) vdt + \left(\frac{du}{dz}\right) wdt + \left(\frac{du}{dt}\right) dt,$$

ben so ist

$$= \left(\frac{dv}{dx}\right) udt + \left(\frac{dv}{dy}\right) vdt + \left(\frac{dv}{dz}\right) wdt + \left(\frac{dv}{dt}\right) dt;$$

$$= \left(\frac{dw}{dx}\right) udt + \left(\frac{dw}{dy}\right) vdt + \left(\frac{dw}{dz}\right) wdt + \left(\frac{dw}{dt}\right) dt.$$

Dem Wassertheilchen legen wir die Form eines Parall pipedi bei, so dafs, wenn D seine Dichtigkeit bedeutet, s Masse $= D . dx\ dy\ dz$ ist. Den Druck, den dieses Theil leidet, bezeichnen wir mit p und verstehen darunter den D auf eine Oberfläche, deren Gröfse $= 1$ ist, so dafs der voll dige Ausdruck für den auf die Fläche $= f$ wirkenden D $p . f^2$ ist. Dieser Druck ist eine bewegende Kraft, und er daher, mit der Masse des Theilchens, worauf er wirkt, div einen Beitrag zu der auf das Theilchen wirkenden beschle genden Kraft. Hier, wo wir doch fast nur auf die Wirku der Schwere Anwendungen machen können, wird es am sten seyn, die Schwerkraft als Einheit der beschleunige Kräfte anzusehen, und da diese in der Zeit $= dt$ die Gesch digkeit $= 2g\,dt$ hervorbringt, durch $2gX\,dt$ die Gesch digkeit anzuzeigen, welche die Kraft X in der Zeit dt bew

Es ist nun leicht zu übersehen, dafs in dem Puncte, cher durch x, y, z, bestimmt ist, der Druck $= p$, in durch $x + dx, y, z$, bestimmten Puncte $= p + \left(\frac{dp}{dx}\right) dx$ und dafs daher die nach der Richtung x wirkende Pressu die Seitenfläche $dy . dz$ durch $p\,dy\,dz$ nach der einen Ri tung, durch $p\,dy\,dz + \left(\frac{dp}{dx}\right) dx\,dy\,dz$ nach der entgege setzten Richtung angegeben wird. So ist also die nach Richtung der x wirkende gesammte beschleunigende Kraft $= X - \left(\frac{dp}{dx}\right) . \frac{1}{D}$, und da sie die Aenderung $= du$ der schwindigkeit u hervorbringt, so ist $2gX - 2g \left(\frac{dp}{dx}\right) \frac{1}{D} =$ Eben die Betrachtungen gelten für die zwei übrigen Coor ten, so dafs sich folgende drei Gleichungen ergeben.

$$2g \left(\frac{dp}{dx}\right) = D \left\{ 2gX - \left(\frac{du}{dt}\right) - u \left(\frac{du}{dx}\right) - v \left(\frac{du}{dy}\right) - w \left(\frac{du}{dz}\right) \right.$$

$$2g \left(\frac{dp}{dy}\right) = D \left\{ 2gY - \left(\frac{dv}{dt}\right) - u \left(\frac{dv}{dx}\right) - v \left(\frac{dv}{dy}\right) - w \left(\frac{dv}{dz}\right) \right.$$

$$\left(\frac{dp}{dx}\right) = D \left\{ 2gz - \left(\frac{dw}{dt}\right) - u\left(\frac{dw}{dx}\right) - v\left(\frac{dw}{dy}\right) - w\left(\frac{dw}{dz}\right) \right\}.$$

nn D eine überall und zu aller Zeit gleiche Gröſse ist, ier nur vier Gröſsen, u; v; w; p; als Functionen ; z; t; zu bestimmen; denn die an jedem Puncte wirk- schleunigenden Kräfte sind entweder gegebene Func- es Ortes, oder können allenfalls auch Functionen der ndigkeit, also durch u; v; w; ausgedrückt seyn, müs- gegeben seyn, wenn überhaupt eine Bestimmung der ig statt finden soll. Um diese vier Gröſsen zu bestim- id jene drei Gleichungen, die sich übrigens in *eine*, ih- hgeltende, zusammenfassen lassen, gegeben, und man ch eine vierte, die ich sogleich entwickeln will, und elche die Bestimmungen in hinreichender Zahl darge- rden. Da hier bloſs von flüssigen Körpern die Rede n Dichtigkeit sich nicht ändert, so muſs jedes Theil- essen Volumen am Ende der Zeit $= t$ durch $dx \cdot dy$. drückt war, auch nach Verlauf der Zeit $t + dt$ noch groſs an Volumen gefunden werden. Da nun des Punc- durch x; y; z; bestimmt ist, Geschwindigkeit mit x $= u$ heiſst, so wird des durch $x + dx$; y; z; be- Punctes Geschwindigkeit nach eben der Richtung $\left(\frac{du}{dx}\right)dx$ seyn. Die Dimension $= dx$ des bewegten Theil- it also in der Zeit $= dt$ in $dx + \left(\frac{du}{dx}\right)dx \cdot dt$ über, und da liche Bestimmung für die beiden übrigen Dimensionen et, so ist das Volumen dieses Theilchens in der Zeit $= dt$ in

$$\ldots dz \left(1 + \left(\frac{du}{dx}\right) dt\right)\left(1 + \left(\frac{dv}{dy}\right) dt\right)\left(1 + \left(\frac{dw}{dz}\right) dt\right)$$

ingen, das ist, da nur vom ersten Gliede der Aende- Rede seyn kann, in

$$\ldots z\left(1 + \left(\frac{du}{dx}\right)dt + \left(\frac{dv}{dy}\right)dt + \left(\frac{dw}{dz}\right)dt\right)$$ woraus wegen eränderlichkeit des Volumens $\left(\frac{du}{dx}\right) + \left(\frac{dv}{dy}\right) + \left(\frac{dw}{dz}\right)$ gt, und dieses ist jene vierte Gleichung.

Wenn man die drei Gleichungen für die partiellen rentiale von p in eine Summe bringt, so besteht der Wert dp, welcher dann so gefunden ist, dafs auf die Veränd keit von t nicht Rücksicht genommen wird, aus zwei (von Gliedern, erstlich kommt D (X dx + Y dy + Z dz) vo dieser Theil ist in den meisten Fällen für sich integrabel; es wenigstens dann, wenn die beschleunigenden Kräfte bl Attractionen gegen bestimmte Mittelpuncte, die durch Fu nen der Entfernungen ausgedrückt werden, abhängen; u unsere Methoden noch viel zu unvollkommen sind, um die wo auf einen von der Geschwindigkeit abhängigen Wide Rücksicht genommen werden sollte, allgemein aufzulöse können wir dabei stehen bleiben, jenen ersten Theil als fi integrabel anzusehen. Dafs dann auch der zweite Theil fi integrabel seyn mufs, ist bekannt, und unsere theoretisch drodynamik würde schon sehr bedeutende Fortschritte ge haben, wenn wir nur die unter diese Voraussetzung gehöri Fälle allgemein behandeln könnten.

Zu diesen, von mehreren Mathematikern auf verschied Wegen abgeleiteten Formeln fügt CAUCHY[1] noch folgende, sich auf sehr geringe Bewegungen beziehen, hinzu. Sieht m nämlich u; v; w; und die Differentialquotienten derselben unendlich kleine Gröfsen der ersten Ordnung an, so kann alle Glieder von der Form $u\left(\frac{du}{dx}\right)$ weglassen und

$$\left(\frac{dp}{dx}\right)=D\left\{X-\frac{1}{2g}\left(\frac{du}{dt}\right)\right\};$$

$$\left(\frac{dp}{dy}\right)=D\left\{Y-\frac{1}{2g}\left(\frac{dv}{dt}\right)\right\};$$

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)=D\left\{Z-\frac{1}{2g}\left(\frac{dw}{dt}\right)\right\}.$$

setzen, woraus in diesem Falle wegen

$$\left(\frac{du}{dx}\right)+\left(\frac{dv}{dy}\right)+\left(\frac{dw}{dz}\right)=0$$

folgt

$$\left(\frac{d^2p}{dx^2}\right)+\left(\frac{d^2p}{dy^2}\right)+\left(\frac{d^2p}{dz^2}\right)=D\left\{\left(\frac{dX}{dx}\right)+\left(\frac{dY}{dy}\right)+\left(\frac{dZ}{d\ldots}\right.\right.$$

und da für das Gleichgewicht der Druck = P durch

1 Exercices de Mathematiques 29me Livrais. p. 136.

$$dP = D\,(X\,dx + Y\,dy + Z\,dz)$$

wurde, so ist bei so geringer Störung des Gleichge-
ich

$$\left(\frac{(p-P)}{dx^2}\right) + \left(\frac{d^2(p-P)}{dy^2}\right) + \left(\frac{d^2(p-P)}{dz^2}\right) = 0.$$

nn indefs nur bei höchst geringen Störungen des Gleich-
gelten.

h Cauchy könnte es zum Beispiel für sehr kleine Wellen-
nen noch angewandt werden, aber selbst da scheint es,
irklichen Wellen nicht unendlich klein sind, nur unge-
Anwendungen zu geben. Angewandt auf elastische
wo die Formeln etwas anders ausfielen, würde man
abgekürzte Formeln für die Fortpflanzung des Schalles
ien können.

i die Anwendung dieser allgemeinen Formeln zu erleich-
l man, nach Euler's Bemerkung, sie zuerst auf die linea
dann auf die ebene Bewegung flüssiger Körper beziehen,
lann erst zu der allgemeinen Betrachtung zurückkehren.
inearischer Bewegung mufs man nämlich die verstehen,
Theilchen des Querschnitts eines Gefäfses ganz dieselbe
ing haben, und also die Geschwindigkeit blofs eine
n der Länge der Axe des Gefäfses ist. In ziemlich en-
hren können wir annehmen, dafs die Bewegung in die-
nne linearisch sey, weil die kleinen Seitenbewegungen,
allerdings bei jeder Verengerung oder Erweiterung der
statt finden müssen, als unbedeutend bei Seite gesetzt
ı können. Eine *ebene* Bewegung würde man die nennen,
rie in Canälen, die Bewegung zwar in jedem Puncte des
ndurchschnittes verschieden seyn mag, aber alle Theil-
die in derselben Senkrechten gegen diesen Längenschnitt
, genau gleiche Bewegung haben. Ich will von beiden
ndungen einige Beispiele geben, und dabei blofs auf die
ıre, die ich als nach der Richtung der negativen z wirkend
, Rücksicht nehmen. Dann ist $X = Y = 0$, $Z = -1$.

rendung auf die linearische Bewegung.

Da wir hier die Bewegung als in einer Röhre von nicht zu
r Weite statt findend annehmen, so denken wir uns eine
llinie, eine die Schwerpuncte aller Querschnitte ver

dende Linie, und nehmen an, dafs in einem bestimmten A-genblicke die Geschwindigkeit nur von dem Orte, den je Theilchen in Beziehung auf diese Längendimension einnim abhänge. Von einem Augenblicke zum andern kann die in d selben Puncte statt findende Geschwindigkeit veränderlich s

Da die Betrachtung ihren wesentlichen Resultaten noch selbe bleibt, die Bewegung mag in einer doppelt gekrümm Röhre statt finden, oder in einer solchen, die in einer Eb liegt, so theile ich hier nur die einfachere Betrachtung mit, die Centrallinie eine ebene Curve ist und sich ganz in der Eb der x, z befindet. Dann kommen v, y, gar nicht vor.

Fig. 127. Es sey ZVvz ein Theilchen des Flüssigen, AX = XY = z; VZ = σ = dem Querschnitte der Röhre. N man nun den Bogen Yy der Centrallinie = ds, die Gesch digkeit nach der Richtung der Röhre = V, so ist $u = V.\frac{dx}{ds}$

$w = V\frac{dz}{ds}$, und wenn man D = 1 setzt, des Theilch Masse = $\sigma . ds$. Ist nun dieses Theilchen in der Zeit = nach Z′V′v′z′ gerückt, so ist $Z'V' = \sigma + u\,dt.\frac{d\sigma}{dx}$ und

$$Y'y' = \sqrt{\left\{dx^2\left(1+\left(\frac{du}{dx}\right)dt\right)^2 + dz^2\left(1+\left(\frac{dw}{dz}\right)dt\right)^2\right\}}$$
$$= \sqrt{\left\{dx^2 + dz^2 + 2dt\left(\left(\frac{du}{dx}\right)dx^2 + \left(\frac{dw}{dz}\right)dz^2\right)\right\}}$$
$$= ds + \frac{dt}{ds}dx^2\left(\frac{du}{dx}\right) + \frac{dt}{ds}dz^2\left(\frac{dw}{dz}\right).$$

Aber da hier, wegen der bekannten Gestalt der Centrallinie, eine gegebene Function von x ist, so hat man z = f:x, u $\left(\frac{dw}{dz}\right) = \left(\frac{dw}{d.f:x}\right) = \left(\frac{dw}{dx}\right).\frac{1}{f':x} = \left(\frac{dw}{dx}\right)\frac{dx}{dz}$; (wo nä lich d.f:x = dx.f′:x gesetzt wird) also $Y'y' = ds + \frac{dt}{ds}\left(dx^2\left(\frac{du}{dx}\right) + dz\,dx\left(\frac{dw}{dx}\right)\right)$ der Inhalt des Theilche Z′V′v′z′

$$= \sigma ds + dt\left\{u\,ds.\frac{d\sigma}{dx} + \frac{\sigma dx}{ds}\left[dx\left(\frac{du}{dx}\right) + dz\left(\frac{dw}{dx}\right)\right]\right\}$$

Da keine Aenderung des Inhalts dieses Theilchens statt finde so müssen die letzten Glieder zusammen = 0 seyn, und d

$: V . \frac{dx}{ds}$ folgt $\left(\frac{du}{dx}\right) dx = \left(\frac{dV}{dx}\right)\frac{dx^2}{ds}$, weil offenbar

$= (V + dV)\frac{dx}{ds}$ ist, so hat man wegen

$= \left(\frac{dV}{dx}\right) . \frac{dz}{ds}$, jene letzten Glieder

$= dt \left\{ u ds \frac{d\sigma}{dx} + \frac{\sigma dx}{ds}\left[\frac{dx^2}{ds} + \frac{dz^2}{ds}\right]\left(\frac{dV}{dx}\right)\right\}$

$= dt \left\{ V . d\sigma + \sigma . dx \left(\frac{dV}{dx}\right)\right\}$

: Gleichung $V d\sigma + \sigma . dx \left(\frac{dV}{dx}\right) = 0$ nimmt hier lle derjenigen ein, die vorhin die vierte war. Da $\left.\right) = V . \frac{d\sigma}{dx} + \sigma \left(\frac{dV}{dx}\right)$, so ist sie mit $\left(\frac{d . V\sigma}{dx}\right) = 0$ ei- und $V\sigma = f : t$ ist ihr allgemeines Integral. $V\sigma$ bezeich- durch irgend einen Querschnitt in der Zeiteinheit durch- le Wassermenge, und offenbar ist diese in einem gege- Augenblicke in allen Puncten der Röhre gleich, oder in gern Theilen der Röhre muſs die Geschwindigkeit in eben erhältnisse gröſser seyn, als dieser Querschnitt selbst ist; von einem Augenblicke zum andern kann aber die- h jeden Querschnitt laufende Wassermenge veränderlich, unction von t seyn.

ezeichnet σ' einen *bestimmten* Querschnitt der Röhre und dort stattfindende Geschwindigkeit, so ist $V = \frac{V'\sigma'}{\sigma}$ ' hängt einzig von t ab.

ie Gleichungen für p kommen jetzt, da $X = Y = 0$,), $v = 0$ ist, auf folgende zurück,

$\left(\frac{dp}{dx}\right) = -\left(\frac{du}{dt}\right) - u\left(\frac{du}{dx}\right) - w\left(\frac{du}{dz}\right),$

$\left(\frac{dp}{dz}\right) = -2g - \left(\frac{dw}{dt}\right) - u\left(\frac{dw}{dx}\right) - w\left(\frac{dw}{dz}\right).$

$\left(\frac{du}{dz}\right) = \left(\frac{dV}{dt}\right) . \frac{dx}{ds}; \left(\frac{dw}{dt}\right) = \left(\frac{dV}{dt}\right) . \frac{dz}{ds},$

$\left(\frac{du}{dx}\right) dx + u\left(\frac{dw}{dx}\right) dz = u\left(\frac{dV}{dx}\right) ds = V dx\left(\frac{dV}{dx}\right),$

$$w\left(\frac{du}{dz}\right)dx + w\left(\frac{dw}{dz}\right)dz = w\left(\frac{dV}{dz}\right)ds = V dz\left(\frac{dV}{dz}\right),$$

also $2g\left(\frac{dp}{dx}\right)dx + 2g\left(\frac{dp}{dz}\right)dz$

$$= 2g\,dp = -2g\,dz - \left(\frac{dV}{dz}\right)ds - V\,dV,$$

weil man in dieser Gleichung, die ohnehin sich nur auf ein constantes t bezieht, dV statt $\left(\frac{dV}{dx}\right)dx + \left(\frac{dV}{dt}\right)dz$, setzen darf.

Dieses ist die zweite Gleichung, die zur Bestimmung der beiden Gröſsen V und p nöthig ist. Aus $V = \frac{\sigma' V'}{\sigma}$ folgt auch

$\left(\frac{dV}{dt}\right) = \frac{\sigma'}{\sigma}\frac{dV'}{dt}$ und

$$2g\,dp = -2g\,dz - \frac{\sigma'}{\sigma}ds\frac{dV'}{dt} + \frac{V'^2.\sigma'^2 d\sigma}{\sigma^3},$$

$2gp = F:t - 2gz - \frac{\sigma'.dV'}{dt}\int\frac{ds}{\sigma} - \frac{\sigma'^2 V'^2}{2\sigma^2}$ weil V' gar nicht von x oder s abhängt.

Obgleich diese Gleichungen nur auf sehr enge Röhren sollten angewandt werden, indem bei erheblicher Weite und Ungleichheit der Querschnitte es gewiſs nicht statt findet, daſs die Geschwindigkeit senkrecht auf die Axe als = 0 könnte angesehen werden, so erlaubt man sich dennoch, in Ermangelung einer vollendetern Theorie, die Anwendung auf Gefäſse, die sich durch eine enge Oeffnung ausleeren, und diese Anwendung ergiebt folgendes.

Fig. 128. Es sey BCFG ein verticales Gefäſs, welches bis an BG mit Wasser gefüllt ist; bei A sey die Ausfluſsöffnung $= \sigma'$, und von CF oder A an werde die Höhe = z hinaufwärts gerechnet, dann ist ds = — dz und

$$2gp = F:t - 2gz + \frac{\sigma'.dV'}{dt}\int\frac{dz}{\sigma} - \frac{\sigma'^2 V'^2}{2\sigma^2};$$

und $\int\frac{dz}{\sigma}$ müſste aus der Gestalt des Gefäſses bestimmt werden. Ist an der Oberfläche, wo p = k = dem Drucke der Atmosphäre, zugleich z = z', und dieses Integral = S°, ferner an der

Mündung, wo p wieder $= k$; $z = 0$ ist, dieses Inte-
S', so erhält man die zwei Werthe

$$k = F:t - 2gz' + \frac{\sigma'.dV'}{dt}.S^0 - \frac{\sigma'^2V'^2}{2\sigma^{02}},$$

$$\text{und } 2gk = F:t + \frac{\sigma' dV'}{dt}.S' - \tfrac{1}{2}V'^2,$$

ıit $z' = z$, $\sigma^0 = \sigma$ zusammengehört. Diese Gleichun-
eben

$$4gz' = \frac{2\sigma'.dV'}{dt}(S^0 - S') + V'^2\left(\frac{\sigma^{02}-\sigma'^2}{\sigma^{02}}\right).$$

: das Gefäfs ein Cylinder, dessen sämmtliche Querschnitte
nd, so ist, wenn man $\int\frac{dz'}{\sigma}$ von $z = 0$ an rechnet,

$+ \frac{z'}{\sigma}$ und $S' = 0$. Setze ich dann zugleich $\sigma = m.\sigma'$,

$$4gz' = + \frac{2z'}{m}.\frac{dV'}{dt} + V^2\left(\frac{m^2-1}{m^2}\right).$$

ſm dt wegzuschaffen haben, wir hier offenbar $-\sigma dz' =$
t, da durch den Querschnitt σ die Quantität $\sigma dz'$ in die
ıt fliefst, also $\frac{1}{dt} = -\frac{1}{m}.\frac{V'}{dz'}$ ist, und

$$4gz' = -\frac{2z'}{m^2}\frac{V'dV'}{dz'} + V'^2\left(\frac{m^2-1}{m^2}\right),$$

$$4gm^2z'dz' = -2z'.V'dV' + V'^2(m^2-1)dz'$$

ıe Gleichung mit $z'^{(-m^2)}$ multiplicirt, giebt

$$4gm^2.z'^{(1-m^2)}dz' = -d.(V'^2.z'^{(1-m^2)}),$$

$$\frac{4g.m^2}{2-m^2}\left\{z'^{(2-m^2)} - z^{0(2-m^2)}\right\} = -V'^2.z'^{(1-m^2)}$$

ı $z' = z^0$ war im Anfange der Bewegung oder für $V' = 0$.

Schon die Differentialgleichung zeigt, wenn man in ihr
$= 0$ setzt, dafs V' einen gröfsten Werth erhält, wenn
$= \frac{m^2}{m^2-1}.4gz'$ ist, und auch die Natur der Sache läfst
ıehen, dafs die mit $V' = 0$ anfangende Bewegung ein Ma-

ximum der Schnelligkeit erreichen mufs, weil für $z' = 0$, heifst bei fast völliger Ausleerung des Gefäfses, die Gesch digkeit gewifs wieder sehr geringe wird. Vergleicht man sen Werth der gröfsesten Geschwindigkeit mit dem allg nen Werthe von V' so mufs

$$\frac{4gz'.m^2}{m^2-1} = \frac{4gz'.m^2}{m^2-2}\left\{1-\left(\frac{z^0}{z'}\right)^{2-m^2}\right\},$$

$$\text{oder } \frac{1}{m^2-1} = \left(\frac{z^0}{z'}\right)^{2-m^2} = \left(\frac{z'}{z^0}\right)^{m^2-2}$$

$$\text{oder } z' = z^0.\left(\frac{1}{m^2-1}\right)^{\frac{1}{m^2-2}} \text{ seyn.}$$

Da unsere Experimente immer nur auf Fälle gehen, w erheblich grofs ist, so sey zum Beispiel $m = 50$, $m^2 =$

$$\log.\frac{z'}{z^0} = \frac{-\log.2499}{2498} = -\frac{3,397766}{2498}$$
$$= -0,001320$$
$$= 0,998680 - 1$$

also $z' = 0,997.z^0$.

Die Formel zeigt also, dafs gleich nach dem Anfange Bewegung die Geschwindigkeit ihren gröfsten Werth erreic der durch $V'^2 = \frac{m^2}{m^2-1}.4gz'$ ausgedrückt wird. Die in dem Augenblicke erlangte Geschwindigkeit wurde allge durch

$$V'^2 = \frac{m^2}{m^2-2}.4gz'\left(1-\left(\frac{z^0}{z'}\right)^{2-m^2}\right)$$
$$= \frac{m^2}{m^2-2}.4gz'\left(1-\left(\frac{z'}{z^0}\right)^{m^2-2}\right)$$

angegeben, und da der Exponent m^2-2 immer eine sehr Potenz andeutet, so ist dieser Werth, sobald z' auch nur nig kleiner als z^0 ist, sehr wenig von $4gz'$ verschieden, die durch die Erfahrung bestätigte Regel trifft also nahe mit dieser nicht ganz strengen theoretischen Bestimmun sammen. Zum Beispiel wenn auch die Oeffnung so bed wäre, dafs $m^2 - 2$ nur 500 betrüge, was ungefäh $\sigma = 23.\sigma'$ zusammenstimmen würde, und $z' = 0,99$. hätte man $V'^2 = \frac{502}{500}.4gz'.(1 - 0,00657)$
$= 4g.z'.0,9974$, statt $4gz'$,

ei grösern Werthen von m wird die Abweichung noch unicher.

Man könnte diese Formel noch etwas verbessern, wenn lie im Gefäfse nahe am Boden eintretende Aenderung im schnitte des *bewegten* Wassermasse in Rechnung brächte leshalb S^o etwas gröſser als $\frac{z'}{\sigma}$ setzte; aber dann müſste lie Form der wirklich bewegten Wassermasse BDAEG m. Fig. 123.

Um diese kennen zu lernen, hat der jüngere Riccati fol- Schlüsse angewandt[1]. Gewiſs bildet die Natur diesen el (gorgo) so, daſs die gröſste mögliche Geschwindigkeit gt wird, das aber geschieht, wenn $\int \frac{dz}{\sigma}$ für die ganze ehnung des Strudels ein Kleinstes wird, und es scheint al- ır der Variationsrechnung zu bedürfen, um σ als Function z anzugeben. Riccati bringt, da die Auflösung noch ei- ıdere Bedingung bedarf, die neue Bedinguug in die Rech- , daſs $\frac{dz}{\sigma}$ ein Kleinstes seyn soll, und findet dann ein pa- lisches Konoid als den Strudel begrenzend; diese neue Be- ung scheint hier aber nicht passend, und Riccati gesteht st, daſs jene Parabel nicht den gröſsten Werth der Geschwin- eit giebt. Obgleich er also seines Bruders Ansicht, daſs Mangel an gegebener Gröſse die Form des Strudels unbe- mt bleibe, verwirft, so scheint mir doch, daſs er genöthigt e, ihr beizustimmen, wenn er nicht noch irgend ein an- s Princip einzuführen im Stande war, das jenem Mangel er- te.

Man könnte hier noch Untersuchungen über die Bewegung Wassers, wenn es Widerstand leidet, oder über die Bewe- g solcher, nur halbflüssiger Körper, wie es das Oel ist, for- n, aber diese würden noch mehr Schwierigkeit haben[2].

---

1 Memorie della soc. Italiana. III. 238.

2 Wiefern die Schwierigkeiten in Beziehung auf den Widerstand Röhrenwände sich überwinden lassen, habe ich in den Zusätzen Euler's Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung flüssiger per. S. 869. gezeigt.

Dagegen verdient ein anderer Fall der Bewegung des Wassers in Röhren hier noch eine nähere Betrachtung. Wenn das Wasser sich in einer heberförmigen Röhre befindet, und hier aus dem Gleichgewichte gebracht ist, so oscillirt es hin und her, und die Gesetze dieser Oscillationen lassen sich aus unsern Formeln genau bestimmen. Es sey zuerst die Röhre überall gleich weit, also σ unveränderlich. Die Röhre bestehe aus zwei geraden Schenkeln CF und DG, die unter den Winkeln α' und α'' gegen den Horizont geneigt sind; AB sey die Horizontallinie, in welcher das Wasser beim Gleichgewichte steht, von A an werde sowohl s als $z = s\,\text{Sin.}\,\alpha'$ gerechnet, die ganze Länge AEB der Wassesmasse sey $= l$. In dem Augenblicke, wo das eine Ende der Wassermasse um $S = s'$ hinaufwärts fortgerückt ist, beträgt die Senkung des andern eben so viel und für das erste ist $s = -s'$; $z = s'\,\text{Sin.}\,\alpha'$, für das zweite $s = l - s'$; $z = -s'\,\text{Sin.}\,\alpha''$. Die beiden Gleichungen $V.\sigma = f:t$ und $2g\,dp = 2 - g\,dz - \left(\frac{dV}{dt}\right)ds - VdV$ geben hier $V = f:t$ und $2gp = F:t - 2gz - s.f':t$, weil V nicht von s abhängt, sondern in alle Querschnitte gleich ist, und $\frac{dV}{dt} = f':t$ ist; also für beide Endpuncte, wo bloſs die Atmosphäre drückt, $p = k$ ist,

Fig. 129.

$$2gk = F:t - 2gs'\,\text{Sin.}\,\alpha' + s'f':t,$$

$$\text{und } 2gk = F:t + 2gs'\,\text{Sin.}\,\alpha'' - (l - s')f':t,$$

welche verbunden

$$2gs'(\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha'') - l f':t = 0 \text{ geben.}$$

Da $V = f:t$, $\frac{dV}{dt} = f':t$ und zugleich $V\,dt = -ds'$ ist, so geht die letzte Gleichung auch in $lV\,dV = -2gs'\,ds'(\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha'')$ über und es ist $V^2 = \frac{2g(s^{\circ 2} - s'^2)}{l}(\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha'')$ wenn $s' = s^\circ$ wird für $V = 0$. Es folgt hieraus, daſs $V = 0$ ist, sowohl wenn die Oberfläche sich um den Abstand s° oberhalb als unterhalb von der Gleichgewichtsstellung entfernt hat, oder daſs die Oscillationen eben so tief unter die Gleichgewichtsstellung herab als über sie hinauf gehen.

Um die Zeit einer Oscillation zu finden, muſs die Gleichung

$$dt = \frac{-ds'}{\sqrt{(s^{o2}-s'^2)}} \sqrt{\left\{\frac{1}{2g.(\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha'')}\right\}}$$

irt werden, welche

$$t = -\sqrt{\left\{\frac{1}{2g(\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha'')}\right\}} \text{Arc. Sin.} \frac{s'}{s^o},$$

Rechnet man also die Zeit von da an, wo das Wasser ı der Gleichgewichtsstellung befindet, so ist für eine halbe ation oder bis $s' = s^o$ wird,

$$t = \frac{1}{2}\pi \sqrt{\left\{\frac{1}{2g(\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha'')}\right\}}$$

Die Oscillationszeit ist also eben so groſs als die eines Pen- dessen Länge $= \frac{1}{\text{Sin.}\,\alpha' + \text{Sin.}\,\alpha''}$ oder für $\alpha' = \alpha'' = 90°$ ı ist, und die Oscillationen haben gleiche Dauer, die Wasasse mag groſse oder kleine Schwankungen machen.

Den Druck will ich nur noch für den Fall, da $\alpha' = \alpha''$ 0° ist, bestimmen. In dem Falle ist: $2gk = F:t - 2gs'$

$\frac{4gs'^2}{l}$ weil $dV = -\frac{s'ds'}{\sqrt{(s^{o2}-s'^2)}}\sqrt{\frac{4g}{l}} = \frac{s'Vdt}{\sqrt{(s^{o2}-s'^2)}}\sqrt{\frac{4g}{l}}$

also $\frac{s'.dV}{dt} = \frac{4g}{l}.s'^2$ ist.

lso allgemein $2gp = 2g(k + s' - z) + \frac{4gs'}{l}(S' - s)$.

Der Druck in jedem Puncte ist hiernach

$k + s' - z + \frac{2s'(s'-s)}{l}$ oder um so viel, als das letzte ed angiebt, gröſser als er bei ruhender Oberfläche in gleicher ːfe unter der Oberfläche seyn würde.

Die Betrachtung wird viel schwieriger, wenn die Röhre ht überall gleich weit ist, indeſs ist es da bloſs eine Schwiekeit in der Rechnung, die sich der Auflösung entgegenstellt, l ich will deshalb hier dabei nicht verweilen. Aber einige her gehörige Fragen, die noch weit schwieriger sind, muſs doch erwähnen. Es sey ABC eine gebogene Röhre, Fig. 130. sich in zwei Röhren CD, CE theilt; wie wird das Wasser diesen Röhren oscilliren? Hier lassen sich zwar einige Fälle eben, wie die Oscillationen statt finden *können*, aber emeine Bestimmung, wie es sich in allen Fällen verha

mufs, ist noch von niemand angegeben worden. Es ist nämlich einleuchtend, dafs ein möglicher Fall der ist, wo in zwei Röhren die Oberfläche in jedem Augenblicke, gleichmäfsig sinkend und steigend, gleich hoch ist, und dann würden sich die Oscillationen so ergeben, als ob diese beiden nur eine einzige Röhre ausmachten; aber nothwendig ist dieses offenbar nicht. Wäre nun sogar die beiden Röhren D; E; an verschiedenen ziemlich weit von einander entfernten Puncten der horizontalen Röhren Be angesetzt, so würde die Bestimmung noch schwieriger. Wir besitzen über diese Bewegung noch gar keine theoretischen Untersuchungen; Versuche über solche Oscillationen sind von den beiden Gebrüdern Weber angestellt worden. Diese Beobachter fanden, dafs ein Apparat, der 37 verticale Röhren auf eine horizontale Röhre in gleichen Abständen eingesetzt enthielt, eine in diesen Verticalröhren fortschreitende Wellenbewegung zeigte; die Welle schritt, nachdem man mit einem Hinaufsaugen oder Heben der Wasseroberfläche in der ersten Röhre angefangen hatte, von diesem Ende des Apparates nach dem andern Ende hin fort, und kehrte von da, wie Wellen zurückgeworfen werden, wieder zurück. Wurden nur drei aufgesetzte Röhren angebracht, die gleich weit von einander standen, und wurde durch Saugen das in den Röhren enthaltene Quecksilber in der ersten Röhre auf 2 Zoll, in der mittlern auf 1 Zoll gehoben, während es in der dritten auf 0 herabgesunken war, so sah man dennoch bei anfangender Oscillation auch in der mittlern Röhre das Quecksilber steigen, obgleich man allenfalls hätte erwarten können, dafs in der mittlern Röhre, die dem Gleichgewichtsstande entsprechende Höhe nicht würde geändert werden[1].

Diese hier zuletzt angeführten Untersuchungen gehören, wie man wohl übersieht, nicht mehr ganz in das Gebiet der linearischen Bewegung.

Anwendung auf die ebene Bewegung.

Da unter *ebener* Bewegung hier eine solche Bewegung verstanden wird, bei welcher die dritte Dimension, die Breite des

---

1 Weitere Bemerkungen über diese interessanten Versuche theilen die Verf. selbst mit, s. Wellenlehre von E. H. und W. Weber. S. 296. 300.

zum Beispiel, nicht in Betrachtung kommt, so will ich f den Fall, wenn wirklich die Bewegung ganz in einer ein- Vertical-Ebene statt findet und blofs die Schwere ein- beschränken, obgleich auch statt einer solchen Bewe- einem geraden Canale die Bewegung zwischen gekrümm- rticalen Wänden hierher gehören würde. Die Voraus- ;, dafs einzig die Schwerkraft wirksam ist, nach der ng der — z, und dafs nach der Richtung der y gar keine ung statt findet, erlaubt uns X = Y = 0 und v und y ı setzen.

ie allgemeinen Formeln werden also nun

$$\left(\frac{du}{dx}\right)+\left(\frac{dw}{dz}\right)=0;$$

$$2g\,dp=-2g\,dz-\left(\frac{du}{dt}\right)dx-\left(\frac{dw}{dt}\right)dz$$
$$-u\left(\frac{du}{dx}\right)dx-u\left(\frac{dw}{dx}\right)dz$$
$$-w\left(\frac{du}{dz}\right)dx-w\left(\frac{dw}{dz}\right)dz;$$

ıs den hierin enthaltenen Fällen hebe ich, so wie Euler t, nur diejenigen heraus, bei welchen die Formel $u\,dx$ lz für sich integrabel ist. Dadurch nämlich erhält man ɔlofs, wie es die obigen Formeln allgemein angeben,

$) = -\left(\frac{du}{dx}\right)$, sondern auch $\left(\frac{du}{dz}\right)=\left(\frac{dw}{dx}\right)$ und daher

$$2g\,(dp+dz)=-\left(\frac{du}{dt}\right)dx-\left(\frac{dw}{dt}\right)dz$$
$$-u\left(\frac{du}{dx}\right)dx-u\left(\frac{du}{dz}\right)dz$$
$$-w\left(\frac{dw}{dx}\right)dx-w\left(\frac{dw}{dz}\right)dz.$$

immt man φ als die Function an, deren in Beziehung auf z genommenes Differential $=d\varphi=u\,dx+w\,dz$ ist, ıält dieses, wenn man auf die Veränderlichkeit von t Rück- ıimmt, noch ein Glied, das ich $=T\,dt$ setze, und be- ich mufs $\left(\frac{du}{dt}\right)=\left(\frac{dT}{dx}\right);\left(\frac{dw}{dt}\right)=\left(\frac{dT}{dz}\right)$ seyn, daher nsere Gleichung in

$$2g(dp + dz) = -dT - udu - wdw$$

über und giebt integrirt:

$$2g(p + z) = \text{funct. } t - T - \tfrac{1}{2}u^2 - \tfrac{1}{2}w^2.$$

Daraus würde p vermittelst u und w bestimmt; um aber selbst zu finden, dienen die zwei Bedingungsgleichungen

$$\left(\frac{dw}{dz}\right) = -\left(\frac{du}{dx}\right)$$

$$\text{und } \left(\frac{dw}{dx}\right) = \left(\frac{du}{dz}\right).$$

Da nämlich $du = \left(\frac{du}{dx}\right)dx + \left(\frac{du}{dz}\right)dz$

und $dw = \left(\frac{du}{dz}\right)dx - \left(\frac{du}{dx}\right)dz$, is

so hat man

$$du + dw.\sqrt{-1} = \left\{\left(\frac{du}{dx}\right) + \left(\frac{du}{dz}\right)\sqrt{-1}\right\} \left\{dx - dz\sqrt{-}\right.$$

$$du - dw.\sqrt{-1} = \left\{\left(\frac{du}{dx}\right) - \left(\frac{du}{dz}\right)\sqrt{-1}\right\} \left\{dx + dz\sqrt{-}\right.$$

Die Integralrechnung zeigt, dafs hieraus folgt

$$u + w.\sqrt{-1} = F:(x - z\sqrt{-1})$$
$$u - w.\sqrt{-1} = f:(x + z\sqrt{-1})$$

und dafs die Form dieser Functionen hier noch ganz unbesti bleibt. Wenn u und w auch von t abhängig oder im Fortg der Zeit veränderlich sind, so ist diese Abhängigkeit hierd gar nicht bestimmt. In der Untersuchung über die Bewe des Wassers in Canälen, würde indefs schon viel gewo seyn, wenn man auch nur für den Beharrungsstand For finden könnte, und ich will daher annehmen, es sey u u nicht im Laufe der Zeit veränderlich. Dann würde sic Form der Functionen aus der gegebenen Gestalt des Boden des Gefäfses und aus der gegebenen Gestalt der Oberfläch stimmen lassen.

Es sey zum Beispiel der Boden eine horizontale Eben für denselben z = 0, dann würde für z = 0 nothwendig w weil am Boden selbst die auf den Boden senkrechte Gesch digkeit gewifs zerstört ist. Die Subtraction jener beiden meln ergiebt

$$w = \frac{1}{2.\sqrt{-1}}\left\{F:(x - z\sqrt{-1}) - f:(x + z\sqrt{-1}\right.$$

ı dieses $= 0$ seyn soll für $z = 0$, so ist $F : x = f : x$
eide Functionen, obgleich ihre Form noch unbestimmt
müssen von *einerlei* Form seyn.
'enn man unter $f' : x$ versteht

$$\frac{d . f:x}{dx}, \text{ unter } f'' : x = \frac{d^2 . f:x}{dx^2}, \text{ und so ferner}$$

ɔekanntlich nach dem Taylor'schen Lehrsatze

$$\cdot z \sqrt{-1}) = f:x - z\sqrt{-1} . f':x + \frac{z^2}{2} . f'':x + \frac{z^3 . \sqrt{-1}}{6} . f''':x + \frac{z^4}{24} . f'''':x - \text{etc.}$$

$$\cdot z \sqrt{-1}) = f:x + z\sqrt{-1} . f':x - \frac{z^2}{2} . f'':x - \frac{z^3 . \sqrt{-1}}{6} . f''':x + \frac{z^4}{24} . f'''':x + \text{etc.}$$

$$\text{also } w = - z f':x + \frac{z^3}{6} . f''':x - \frac{z^5}{120} . f^{v} : x + \text{etc.}$$

ɔben so würde u durch eine von dem Zeichen $\sqrt{-1}$ ganz
łte Form ausgedrückt. Dieses dient wenigstens zum Be-
ı, daſs der mit dem Zeichen des Unmöglichen behafteten
eln ungeachtet wohl eine brauchbare Auflösung hervorge-
ƙann.

Die Form der hier noch unbestimmt bleibenden Function
ıüſste durch eine zweite Bedingung bestimmt werden, zum
iel durch die gegebene Gestalt der Oberfläche. Was sich
iesem Wege etwa leisten läſst, habe ich in den Zusätzen
ULER's Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung
ger Körper[1] gezeigt, aber um anwendbare Folgerungen zu
:en, müſste man nothwendig auf den Widerstand Rück-
nehmen, welchen die Bewegung jedes Theilchens leidet,
la dieser gewiſs selbst eine Function der Geschwindigkeit
ɔo fiele die Voraussetzung, daſs $X = 0$ und $Z = -1$ ist,
zugleich bliebe die Formel: $X dx + Z dz$ nicht für sich
rabel und es würde daher eine scharfsinnige Bestimmung
'älle, die bei diesen Voraussetzungen allenfalls noch auf-
r wären, fordern. Fragen, an deren Auflösung man
ɔicht am ersten denken, und bei denen man diesen Wider-

1 S. 194.

aber dann scheint sie auch keinen erheblichen Nut
bieten.

Auch die allgemeine Betrachtung, wo v nich wird leichter für die analytische Behandlung, wenn u $+$ w d z für sich integrabel ist, aber selbst dann ge nur zu einer etwas bequemern Differentialgleichung d Grades, deren Integration grofse Schwierigkeiten Man hat daher noch kaum einen Fortschritt über d was Euler geleistet hat, machen können, diejenigen, sehr schätzenswerthen Untersuchungen abgerechnet, place über die Oscillationen des Meeres bei der Ebbe Poisson und Cauchy über Wellen angestellt haben.

Geschichte und Literatur der Hy tik und Hydrodynamik.

Die erste theoretische Behandlung hydrostatischer kommt wohl bei Archimedes vor. In seinem Buche ὀχουμένων, oder de insidentibus humido zeigt er, d der zum Gleichgewichte nothwendigen Gleichheit de von allen Seiten die Wasseroberfläche der ganzen Kugel bilden müssen; dann beweiset er, dafs ein ein Körper mit der Gewalt, welche dem Gewichte de Stelle getriebenen Flüssigen gleich ist, gehoben wird

ische betreffen, so habe ich davon im Art. *Hydraulik*

er Zeit der Wiederherstellung der Wissenschaften hat
ɪɪ Einiges zu dem, was Archimedes gelehrt hatte,
etzt[1]. Von Stevinus giebt Montucla[2] an, daſs er
80) in seiner Mechanik den hydrostatischen Druck rich-
amen lehrte, und schon auf den auffallenden Umstand,
Druck auf den Boden mehr, als das Gewicht der gan-
sermasse betragen könne, aufmerksam machte. Ueber
nd ähnliche Gegenstände hat auch Galilei vollständi-
trachtungen angestellt[3], unter andern darüber, daſs
ne geringe Wassermasse zureicht, den specifisch leich-
örper zu heben. Das hydrostatische Paradoxon, daſs
verbundenen Röhren die kleine Masse in der engern
inen ebenso groſsen Druck als die gröſsere Masse in der
ı Röhre ausübt, oder eine groſse Masse in der wei-
öhre das Gleichgewicht hält, führt er darauf zurück,
bei entstehender Bewegung jene kleine Masse in eben
aber entgegengesetzten Verhältnisse sich schneller bewe-
sse, wodurch das Auffallende beseitiget werde. Er ver-
ange dabei zu zeigen, daſs es nicht auf die Gestalt des
s, sondern auf sein specifisches Gewicht ankomme, ob
rsinkt, und giebt die Gründe, warum Nadeln oder Me-
tchen, ihres groſsen specifischen Gewichts ungeachtet,
r Oberfläche bleiben, sehr richtig an. Es hänge nämlich
ab, daſs die gröſste Höhe des Randes, den das Wasser,
ich über den eingetauchten Körper zu ergieſsen, anneh-
ann, groſs genug sey, um einen Raum, der mit Wasser
, mehr als die Nadel wiegt, faſste, frei zu lassen; welche
aber diesen Rand erhalte und das Zusammenflieſsen der
ı Wasserwände hindere, giebt er nicht genau an. Um
ecifische Gewicht der festen Körper zu bestimmen, brachte
Galilei eine hydrostatische Waage, zur Abwiegung im
er in Vorschlag, (la bilancetta), deren Einrichtung Vi-
ɪ und Castelli zu verbessern suchte[4].

Archimedes promotus. Romae 1603.
Hist. II. 180.
In seinem Buche: delle cose, che stanno sul acque; Opere.
orent. Tom. I. p. 222.
Galilei Opere. I. 624 III. 312. (Firenze, 1718).

Die durch PASCAL's Untersuchungen veranlafste rungen BOYLE's über hydrostatische Paradoxa[1] sin damaligen Kenntnisse nicht ohne Werth.

Die Untersuchungen von CASTELLI, TORRICELL OTTE und GUGLIELMINI habe ich schon oben angegeb TON stellte in seinen Principiis gründlichere Betracht besonders über den Widerstand, den feste Körper b wegung in flüssigen leiden, und über die Gestalt, Widerstand am kleinsten ist; über die Bahn geworfn in widerstehenden Medien, über den Ausflufs des W Gefäfsen; über die Oscillationen des Wassers in Rö über die Wellenbewegung[2]. VARIGNON (du mouv eaux courantes) und HERRMANN (phoronomia, s. de motibus corporum solidorum et fluidorum) stellten ähr tersuchungen mit Anwendung höherer Analysis an. I schätzenswerthen Bemühungen WOLF's, MUSSCHE s'GRAVESANDE's und anderer mufs ich übergehn. A ganz neuen Weg betrat JOHANN BERNOULLI, der, a tersuchungen über die Bewegung fester Körper in W leistenden Flüssigen, unter dem Titel: hydraulica, mum detecta et demonstrata directe ex fundamentis, pu nicis[3], eine, in der That ganz neu begründete, voll theoretische Hydrodynamik aufstellte. EULER ertl Verfasser über diese Arbeit die ausgezeichnetsten Lob bungen, die dieses scharfsinnige Werk, wenn es auch n ches zu wünschen übrig liefs, sehr verdiente[4]. Wen später (1738) erschien DANIEL BERNOULLI's hydro in welcher der Verfasser die hydrodynamischen Sätze Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte herleit manche Vergleichung mit Erfahrungen mittheilte. Erläuterungen[5] schlossen sich an diese Entdeckungen gegen leitete D'ALEMBERT die gesammten Lehren de dynamik auf eine andere, sich mehr an die allgemein

---

1 Boyle hydrostatic paradoxes, wovon eine zureiche sich findet in Phil. Transact 1665. I. 175.

2 Principia lib. II.

3 Joh. Bernoulli opera IV. 387. Diese Schrift ist vom

4 l. c. pag. 389.

5 Exercitationum hydraulicarum fasciculus. 1747.

Mechanik anschliefsenden Weise ab, und vervoll-
die Formeln [1]. Noch vorzüglicher aber ist Euler's Dar-
der theoretischen Hydrodynamik, indem die Formeln
ender abgeleitet und mit mehr Vollständigkeit angewandt
ler ist auf diese Untersuchung mehrmals zurückgekom-
vollkommensten ist die Darstellung in den novis Com-
ad. Petropol. Tom. 13 bis 16, aus welchen ich sie über-
l mit Zusätzen vermehrt herausgegeben habe, unter dem
e Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung flüssiger
dargestellt von L. Euler. Leipzig 1806. Kästner in
ydrodynamik. Karsten im 5. und 6. Bande seines
riffs erläuterte die von diesen grofsen Männern aufge-
Lehrsätze. Lagrange hat nachher in seiner mécani-
lytique, und Laplace in der mécanique céleste die
hren der Hydrodynamik entwickelt, und der letztere
vendungen der allgemeinen Formeln auf die Figur der
ıd die Ebbe und Fluth mitgetheilt. Einzelne Erweite-
der Theorie finden sich in: Cauchy sur une espèce par-
du mouvement des fluides [2], wenn nämlich entweder
heilchen dem andern gänzlich folgt, oder auch niemals
Platz gelangt, wo jenes gewesen ist. Ferner in Gallus
chungen über die Grundformeln der Bewegung flüssiger
[3], auch Navier sur les lois du mouvement des fluides
gard à l'adhésion des molecules [4].
ie Grundlehren der Hydrostatik und Hydrodynamik findet
mit mehr oder minderer Ausführlichkeit und Gründlich-
den Lehrbüchern der Mechanik, unter welchen Poisson's
le mécanique vorzüglich genannt zu werden verdient.

B.

Hydrographie.

drographia; Hydrographie; *Hydrography*;
reibung der Gewässer des Erdballs; im Gegensatze zur
aphie und als specieller Theil derselben. Da die Beschrei-
der inländischen Gewässer, als Seen, Flüsse u. s. w. zur

---

[1] Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides. 1744.
[2] Journal de l'École polytechn. 19. Cah. p. 204.
[3] Gergonne Annales des math. Tome XIV.
[4] Bullet. de la soc. philomat. 1825. Avril.

Geographie der umgebenden Länder gehört, so beschrän die Hydrographie auf die Beschreibung und Ortsbesti der Meeresküsten, der Vorgebirge, der Inseln, Klipp Sandbänke. Früher wurden diese Beschreibungen, wege Unentbehrlichkeit für die Schifffahrt, auch in die Lehr der Navigation aufgenommen, und diese mit dem Name *Hydrographie* belegt. Von dieser Art ist das Werk des ten G. Soubnier's[1] und einige andere dieser Art. Heu wird die Schifffahrtskunde in besondern Lehrbüchern theilt; der Hydrographie hingegen gehören die Seecharte Pläne von Inseln, Buchten, Hafen, und die Beschreibu Reiseruten an.

Der Aufschwung, welchen die Geographie durch ville erhielt, hatte auch auf die hydrographischen Fors gen einen sehr günstigen Einfluſs. Man zog die alten berichte der Spanier und Holländer hervor, und die A dung einer umsichtigen Kritik auf jene frühern Angabe hob die Hydrographie zu einem Studium, welches anzi durch seine geistige Behandlung, manche wichtige Entde aus dem Dunkel der frühern Zeit hervorrief, und so der a schen Geographie nicht minder wichtige Bereicherungen schaffte, als die thätigen Forschungen der neuern Seef Diesen Pfad betraten in Frankreich Büache und besonders rieu, der durch seine geistvolle Bearbeitung die Reise bloſsen Kauffahrers zum Range der Entdeckungsreisen e und in einem gelehrten Werke die Rechte seiner Lan gegen die Ansprüche späterer Entdecker wirksam verthei In England war es der Zeitgenosse Cook's, Alex. Dalr dessen scharfsinnige Untersuchungen der Hydrographi Menge werthvoller Berichtigungen zubrachten, welche e eine reichhaltige Sammlung wichtiger, meist unbekannter, ten und Pläne vermehrte. Ihm zur Seite steht Rennell

1 Hydrographie, contenant la théorie et la pratique d les parties de la Navigation; Paris 1679. Sec. Ed. gr. Fol.

2 Voyage autour du monde, pendant les années 1790, 9 par Étienne Marchand, avec Cartes et fig. publ. p. C. P. Claret F Paris. 1797. 4.

3 Decouvertes des Français en 1768 et 69 dans le Sud de la nouvelle Guinée. Paris. 1790. 4.

lurch seine Arbeiten über die Geographie von Indien und Ihm verdankt die Nautik sinnreiche Aufschlüsse über ömungen am Vorgebirge der guten Hoffnung, und am ge des Bristol-Canals, und durch sie die Bewahrung s kostbaren Lebens und Eigenthums. Die Genauigkeit ographischen Ortsbestimmungen, für welche seit Cook ougainville eine neue Epoche aufgegangen ist, hat der graphie eine Menge sicherer Bestimmungen verschafft, nen, als Vergleichungspuncten aus, sie die constanten der ältern Angaben berichtigen konnte, wodurch viele utzlose Data in richtige Positionen umgewandelt wurden; r überhaupt zu einer Ausdehnung und Gründlichkeit ver-, welche ihr unter den beschreibenden Wissenschaften ehrenvollen Rang zusichert. In die Fufsstapfen jener Ve- der nautischen Geographie treten nun die Hydrographen burgh, Hurd und Purdy, alle bekannt durch bedeu- und gründliche Bearbeitungen verschiedener Theile des hen Oceans. Ein umfassendes Werk über Hydrographie ken wir dem Russischen Admiral von Krusenstern. im J. 1819. in deutscher Sprache erschienenen „*Beiträge Hydrographie der gröfsern Oceane, als Erläuterung einer des ganzen Erdkreises*“ enthalten das Resultat vieljähri- ühsamer Forschungen und Sammlungen; und diese haben r durch eine gänzliche Umarbeitung eine so aufserordent- Ausdehnung und Vermehrung erhalten, dafs sie mit Recht s Hauptwerk über Hydrographie anzusehen sind; eine sel- Bekanntschaft mit neuern und ältern Entdeckungen, ver- m mit der sorgfältigsten wissenschaftlichen Kritik, und unübertreffliche Vollständigkeit sind die auszeichnenden üge dieses Werkes, welchem ein reichhaltiger Atlas neu orfener Charten zur Seite geht[1]. Die früher unter der Hy-

---

[1] Der vollständige Titel dieser neuen Bearbeitung, welche in cher und französischer Sprache erschienen ist, ist folgender: il de mémoires hydrographiques pour servir d'analyse et d'expli- à l'Atlas de l'Océan pacifique, par le Commodore de Krusenstern. tersbourg, de l'Imprimerie du departement de l'instruction publi- 1824. gr. 4. 326 Seiten mit einem Atlas in gr. fol. von 15 Blät- 22 gröfsere und kleinere Charten und 17 Pläne von Hafen ent- d. Der IIte Band; Ibid. 1827. hält 480 S. mit einem Atlas von ättern, welcher 21 Charten und 7 Pläne darstellt. Der erste Band

drographie mit begriffene Schifffahrtskunde, in so weit
Längen- und Breitenbestimmung angeht, gehört der nau
Astronomie an, für welche nebst mehrern trefflichen Eng
Werken *Müller's* Handbuch der Schifffahrtskunde; Ha
1819. 8; ganz vorzüglich aber die Problèmes d'Astronomi
tique et de navigation par *C. Guepratte*; Brest. 1823. 2
anzuführen sind.

Hydrostatik;

hydrostatica; hydrostatique; *hydrostatics.* Die
ren vom Gleichgewichte unelastischer flüssiger Körper si
welche den Inhalt der Hydrostatik ausmachen. Der ganz
fang dieser Wissenschaft läſst sich in folgendem kurzen A
übersehen.

Wichtigste Lehren der Hydrostati

Als eine Haupteigenschaft der flüssigen Körper könne
die ansehen, daſs sich ein auf sie ausgeübter Druck nach
Seiten gleichmäſsig verbreitet. Wenn ein fester Körper in e
Fig. ihn genau umschlieſsenden Gefäſse enthalten wäre, und
131. Kraft drückte durch die Oeffnung B des Gefäſses auf ihr
der Richtung AB, so würde dieser Druck zwar den festen
per gegen den Boden CD des Gefäſses drängen, oder
einige Theile der Wände des Gefäſses unter einem sc
Winkel gegen diese Richtung geneigt wären, wie EF, so
den diese einen Druck, so wie es die Zerlegung der
Richtung AB wirkenden Kraft in eine auf sie senkrech
in eine mit ihnen parallele Kraft fordert, leiden; aber HI
gar keinen Druck von dem festen Körper, der sich eher vo
ser Wand zu entfernen strebt, leiden. Ist dagegen eb
Gefäſs mit einem flüssigen Körper erfüllt, und es wird
Oeffnung B genau schlieſsender Kolben nach der Richtu

---

beschäftigt sich mit der Untersuchung aller Küsten, Inseln, I
Sandbänke der südlichen Hälfte des stillen Oceans; der I
enthält die nördliche Hälfte eben dieses Meeres. Das Atl
Meer ist in spätern Lieferungen zu erwarten. Auszüge und Be
lungen dieses Werkes findet man in Verneur's Journal des V
und in Zach's Corresp. Astron. Vol. XIII et XIV; et prem. C
Vol. XV. Hieher gehört auch als Handbuch zum Nachschlag
gendes Werk: Tables de principales positions géonomiques du
par Ph. J. Coulier. Paris, 1828. 494. S. in 8.

gedrängt, so leiden alle Wände einen Druck, und wenn ispiel alle übrigen Wände, bloſs H I ausgenommen, eine Festigkeit besäſsen, H I aber den angebrachten Druck ushalten könnte, so würde die Wand H I nach auſsen gezerbrechen und also die Wirkung eines Druckes zeigen, r der Richtung A B der ursprünglich wirkenden Kraft gentgegengesetzt ist. Einen eben solchen Beweis für die llen Richtungen sich verbreitende Wirkung des Druckes das Hervordringen aus Oeffnungen im Gefäſse. Wenn efäſs eine so geringe Höhe hat, daſs man auf das nach drückende Gewicht des Flüssigen nicht zu sehen braucht, d die bei B drückende Kraft dieselbe bei M mit eben so r Gewalt, als bei L hervortreiben.

Diese Eigenschaft einer nach allen Richtungen gleichmä- Fortpflanzung des Druckes ergiebt als nothwendige Folge, der Theil der Wand, dessen Oberfläche so groſs ist, als i B gegen das Flüssige zu gedrängte Oberfläche des Kol- einen Druck, gleich der auf B wirkenden Kraft, leidet. also irgendwo bei L oder M ein Stück der Wandfläche igen Stücke gleich, dessen Stelle der Kolben B einnimmt, glich wäre, und durch eine auf die Oberfläche senkrechte uhend erhalten werden sollte, so müſste diese Kraft eben ſs seyn, als die auf den Kolben wirkende. Wären auch re solche bewegliche Theile der Wand da, jeder so groſs äche, wie der Kolben, so würde jeder mit eben dem Druk- m Zustande der Ruhe erhalten werden müssen, und es daher das allgemeine Gesetz hervor, daſs der Druck, wel- ein Theil der Wand, vermöge der auf B drückenden Kraft t (immer vorausgesetzt, daſs B ein beweglicher, gegen Oberfläche des Wassers gedrückter Kolben ist), der Gröſse Wandstückes und der Gröſse jener drückenden Kraft pro- ional ist.

Eben diesen Druck leidet nun auch jedes Theilchen des sigen selbst, und ein bei N im Flüssigen sich befindender per wird in jedem Theile seiner Oberfläche eben so gedrückt, daſs man ihn mit einem starken auf B angebrachten Drucke drücken kann, obgleich dieser Druck sich nur durch den flüs- n Körper bis dorthin fortpflanzt.

Wenn der flüssige Körper wie die Luft, einer Zusammen- ckung fähig ist, so tritt die ganze Wirkung dieses Druckes

erst dann ein, wenn der, in einer Röhre vorrückende Kolben eine solche Conpression hervorgebracht hat, wobei die Ausdehnungskraft des Flüssigen groſs genug ist, um fernerem Vordringen des Kolbens zu widerstehen; leidet dagegen der flüssige Körper keine Zusammendrückung, so tritt jener Druck auf die Wände sogleich vollkommen ein. Wenn der flüssige Körper eine Zusammendrückung erlitten hat, und die drückende Kraft hört auf, so dehnt er sich wieder aus, und darauf beruht es, daſs wir die flüssigen Körper, die fast gar keiner solchen Ausdehnung und Zusammenpressung fähig sind, wie Wasser, *tropfbar* nennen. Könnten wir eine kleine Luftmasse, gleichsam einen Tropfen Luft, in einen luftleeren Raum hinüber tragen, so würde diese Masse dort sogleich sich in einen ungemein groſsen Raum ausbreiten, dort also nicht mehr als ein Tropfen erscheinen, und solche Fluida sind also nicht tropfbar; diejenigen dagegen sind es, die in einen leeren Raum hinübergetragen, sich nicht auf diese Weise ausdehnen und zerstreuen.

Die Hydrostatik handelt nur von diesen, statt daſs die Aërostatik von den ausdehnbarem Flüssigen redet. Da das Wasser die bekannteste tropfbare Flüssigkeit ist, so pflegt man statt aller tropfbaren Flüssigkeiten meistens nur vom Wasser zu reden, und auch der Name Hydrostatik ist vom Wasser (ὕδωρ) hergenommen.

Da das Wasser, wie alle Körper, schwer ist, so übt eine Wassermasse auch ohne Beihülfe einer fremden Kraft schon einen Druck auf den Boden, auf die Wände des Gefäſses und auf jeden in ihr enthaltenen Körper aus. Ist nämlich bei a ein schweres Wassertheilchen, so drückt dieses auf das zunächst unter ihm liegende und ebenso mittelbar auf alle folgenden. Darauf gründet sich der Satz, *daſs die Oberfläche der der Schwerkraft unterworfenen tropfbar flüssigen Körper beim Gleichgewichte horizontal ist*, oder allgemein, *daſs die Oberfläche senkrecht ist auf die mittlere Richtung aller beschleunigenden Kräfte, welche auf jedes an der Oberfläche liegende Theilchen wirken.* Ich habe nur nöthig, dieses in Beziehung auf die Schwere zu beweisen, da es dann auch für andere Kräfte erhellet. Läge bei b ein Theilchen oberhalb der Horizontallinie, in welcher sich ein daneben liegendes Theilchen der Oberfläche befindet, so litte das unter b liegende Theilchen einen Druck vermöge des Gewichtes des auf demselben liegen-

Fig. 132.

ı, und würde daher zum Ausweichen nach der Seite angeben; es würde, da kein Gegendruck von a her statt findet, sem Antriebe zum Ausweichen folgen, und das Gleichgeht könnte nicht eher eintreten, bis alle Theile der Oberfläı gleich hoch liegen, oder bis alle Theile der Oberfläche eine die Richtung der Schwere senkrechte Ebene bilden.

Die Bestimmung des Druckes, den tropfbar flüssige Körper gen der Schwere ausüben, läſst sich nun leicht finden. Es zuerst ein gerades prismatisches oder cylindrisches Gefäſs mit ticaler Axe. Hier trägt jede Schicht CD das Gewicht der rüber stehenden Wassersäule, und da jede Schicht den auf ausgeübten Druck auf die nächste tiefere Schicht überträgt d dazu das Gewicht jener Schicht noch hinzukommt, welıs den Druck auf die nächste Schicht vermehrt, so erhält n für jede Schicht und so endlich für den ganzen Boden EF en Druck, welcher dem Gewichte der über jener Schicht r über dem Boden stehenden Masse des Flüssigen gleich ist. er Theil des Bodens, dessen Oberfläche = ff ist, leidet aleinen Druck = ff.D.h, wenn h die Höhe der über dem len stehenden Säule und D das Gewicht der angenommenen ıkeinheit des Volumens ausdrückt. Da man gewöhnlich die werkraft als überall mit gleicher Gewalt wirkend ansieht, betrachtet man D, als der Dichtigkeit proportional, indem Gewicht eines Cubikfuſses dann allein von der Dichtigkeit ängt. Fig. 132.

Der Druck auf die Wände und auf den Boden eines auch ht gerade cylindrischen oder prismatischen Gefäſses läſst sich ı auch leicht bestimmen. Da der Druck, den irgend eine ıicht CD des Flüssigen leidet, sich ebenso gut nach den ten als nach unten fortpflanzt, so ist es erstlich sehr leicht, ı Druck auf einen schmalen Streif der Seitenwand, der nämı nur eine sehr geringe Höhe hat, zu bestimmen. Ist die izontale Länge dieses Wandstückes = l, seine Breite = k l befindet sich die Mitte desselben in der Tiefe = h unter Oberfläche, so ist der Druck ebenso groſs, als wenn die che l.k von dem Gewichte einer Wassersäule, die über dien Wandstücke stehend sich bis zu der Höhe = h erstreckte, lrückt würde, also der Druck = h.k.l.D. Diese Bestimmg des Druckes gilt, es mag der Theil der Wand vertical n, oder irgend eine schiefe Lage, wie LM oder NT haben, Fig. 133.

handen wäre, so müfste dieser mit einer auf LM se
Kraft, und zwar *mit einer Kraft, gleich dem Gewi
über dem Wandtheile stehenden, die Höhe* = h, *ern
Wassersäule* gedrückt werden, um das Hinausdrängen
zu hindern. Aus der Zerlegung dieses Druckes, der =
war, geht dann, wenn die Fläche unter dem Wi
gegen den Horizont geneigt ist, ein horizontale
= h . l . k . D. Sin. η und ein verticaler Druck = h . l . k.
hervor. Der horizontale Druck wird durch einen ebe
ssen, horizontalen Druck an der gegenüber stehenden
Gefäfses im Gleichgewicht gehalten; denn eben der h
len Schicht LMNT entspricht ein gegenüber stehende
stück NT welches den Druck = h . l . k'. D leidet, u
hier = NT wenn k = LM war; ist nun dieses u
Winkel = η' gegen den Horizont geneigt, so ist N
Sin. η = LM : Sin. η und der aus dem Drucke auf NT
hende horizontale Druck = h . l . k'. D . Sin. η', ist = hl
so dafs ein Gefäfs von unveränderlicher Gestalt durch
einten Pressungen nach entgegengesetzten horizonta
tungen, gar nicht nach einer oder der andern Richtu
trieben wird. Da eben das für alle horizontalen Schi
jeder Form des Gefäfses gilt, so braucht derjenige, de
ze Gefäfs zu halten strebt, auf diese Kräfte gar keine
zu nehmen. Wäre das Gefäfs selbst fähig, seine Ges
ge des Drucks zu ändern, so wäre es freilich anders,

e, weil der auf andre Theile derselben Schicht lastende k sich nach allen Seiten hin fortpflanzt. So kann also der k, den der Boden leidet, gröſser, und selbst viel gröſser als das ganze Gewicht des vorhandenen Flüssigen, er ist ch gleich dem Gewichte der Säule RSUT. Dieses an-nende Paradoxon ist unstreitig durch die Eigenschaft der gen Körper, den Druck nach allen Richtungen unge-ächt fortzupflanzen, vollkommen begründet; man kann es auch durch folgende Vergleichung noch mehr erläutern. e zwischen RQ und rq eine elastische Feder eingespannt, tark zusammengedrückt, die Kraft von 10 Pfunden anwen-m sich auszudehnen, so leidet sowohl der obere Boden, wo ch hier pQ annehme, als auch der untere Boden rq diesen k von 10 Pfunden, und der letztere hat zugleich noch das cht der Feder zu tragen; wären also beide Böden PQ, qr, fest verbunden, so müſste der, welcher an beiden Orten usdehnenden Kraft der Feder widerstehen will, die ganze erwähnte Kraft ausüben; dagegen wenn beide Böden fest inander verbunden sind, so ist es das Gewicht der Feder, welches man zu erhalten braucht. Und gerade so ist es. Fig. 134.

Wenn die Höhe des Wassers über PQ durch h ausge-t wird, die Höhe über rq durch h + h', so sehen wir, aus dem Drucke auf PQ ein vertical aufwärts gerichteter k = h.l.D.k' Cos. η' hervorging, und wenn k' = PQ, s. η' = pQ ist, jener verticale Druck = hlD.pQ, hin-ärts gefunden wurde; da nun der verticale Druck auf = (h + h').lD.rq = hlD.pQ + h'lD.rq, ist, so be-er aus dem Drucke, den PQ aufwärts litt, und dem Ge-te der Säule Pq, und im festen Gefäſse heben sich jene hen Pressungen auf, so daſs der, welcher das Gefäſs trägt, eziehung auf den für PQ, rq statt findenden Druck bloſs Gewicht der wirklich vorhandenen Wassersäule zu tragen und da dieses in Beziehung auf alle Wassersäulen ebenso so heben überhaupt alle übrigen Drückungen auf Wände Boden sich auf, und nur das gesammte Gewicht des Flüs-i bringt denjenigen verticalen Druck hervor, den man beim eben des Gefäſses zu überwinden hat.

Dieser auf den unteren Boden des Gefäſses und auf jeden l der Wand so stark wirkende Druck, den wir eben vorhin hnet haben, ist es nun, welcher die auffallenden Erschei-

drische Röhre aufgesetzt ist. Giefst man in dieses G
nur soviel Wasser, dafs es bis zur untern Mündung
gefüllt ist, belegt aber dann den obern Boden mit s
tenden Gewichten, so tritt das Wasser in die Röhre hi
grofsen Gewichte reichen aber nicht hin, um den o
viel herabzudrücken, weil der Gegendruck der in der
auftretenden Wassermasse jenen Pressungen das Gl
hält. Nimmt man den obern Boden des Gefäfses, v
'sGravesande von 15 Zoll Durchmesser oder 176 Quadra
Quadratfufs Fläche, so braucht das Wasser in der
$3\frac{2}{3}$ Fufs hinaufgedrängt zu werden, um 300 Pfund
wie es am angeführten Orte angegeben wird.

Schon Galilei hat ein andres hieher gehöriges I
angegeben, welches ebenfalls angeführt zu werden ve
das man am besten so anstellen könnte. Man stelle
offenes Gefäfs, dem man am besten eine seitwärts geh
giebt, um bei zu hohem Steigen des Wassers diesem
flufs zu gestatten, auf die Schale einer Waage. Ma
Gefäfs so weit, dafs das Wasser durch jene seitwär
Röhre auszufliefsen anfängt, und bringe jetzt durch
wichte die Waage ins Gleichgewicht. Nun tauche m
Hand einen ziemlich breiten Körper allmälig imme
das Wasser, oder noch besser, man bringe einen g
dem Gefäfse an einer festen Unterlage angebracht
den man durch Schrauben höher oder tiefer stellen ka

s er nur wenig Raum neben sich frei läſst, doch ohne äſs irgendwo zu berühren, so kann man den gröſsten es Wassers heraustreiben, und dennoch scheint der Uenoch immer eben so viel zu wiegen, als vorhin die grö-asse. Der Grund hiervon ist leicht einzusehen; denn da he des Wassers über dem Boden immer gleich bleibt, so uch der Druck auf den Boden immer gleich, es mag der mit Wasser oder mit dem festgehaltenen Körper ausge-yn; dieser festgehaltene Körper leidet zugleich einen aufwärts, aber da er nirgends in Verbindung mit dem steht, so vermindert dieser aufwärts gehende Druck ne Weise den durch das Gegengewicht am Wagebalken ebenen Druck auf den Boden.

Dieser mächtige Druck des Wassers wird besonders da ıeilig, wo das Wasser Zutritt unter eine sehr breite Boden-findet. Aus diesem Grunde sichert man die Schleusen, lchen das Wasser viel niedriger als auſserhalb zu stehen mt ist, durch sorgfältig in einander gefügte Pfahlwände, die ef in den Boden hinab die Verbindung zwischen der Ge-, wo das Wasser hoch steht, und der, wo es über dem usenboden niedrig stehen soll, gänzlich hindern; findet es wohl einen Weg dahin, so hebt es den Schleusenboden mit r Gewalt. Eben das findet bei den *Schiffsdocken* statt, in e die Schiffe mit der zu ihrem Flottseyn nöthigen Wasser-einfahren; dann aber durch Wegschaffen der ganzen sie benden Wassermasse trocken gelegt werden, während vor Thüren der Docke das Wasser seine ganze Höhe von 12, 18 Fuſs behält.

Die bisherigen Betrachtungen konnten angestellt werden, auf die Ungleichheit der Höhe des Wassers über einzelne ile der Wände Rücksicht zu nehmen, da wir nur einen ıalen Wandstreifen, der beinahe überall gleich tief unter Oberfläche liegt, zu betrachten brauchten. Um den Druck die ganze Seitenwand zu bestimmen, kann man so verfah- Fig. 135.
Es sey AB eine verticale Wand und die ganze Höhe $= h$ bis an die Oberfläche des Wasser in n gleiche Theile ıeilt; die Länge der Wand sey $= l$. Dann leidet das Stück , welches $= l \cdot \frac{1}{n} h$ ist, einen Druck, der kleiner als

$l \cdot \frac{1}{n} h \cdot h \cdot D$ und gröſser als $l \cdot \frac{1}{n} h \cdot \frac{n-1}{n} h \cdot D$ ist, indem die Tiefe $= h$ nur für den untersten, die Tiefe $= \frac{n-1}{n} \cdot h$ nur für den obersten Theil des Wandstückes gilt. Ebenso ist für das zweite Stück der Druck zwischen $l \cdot \frac{1}{n} h \cdot \frac{n-1}{n} h \cdot D$ und $l \cdot \frac{1}{n} h \cdot \frac{n-2}{n} h \cdot D$ enthalten, und wenn man den Druck auf die ganze Wand bestimmen will, so erhält man zu viel, wenn man die Reihe $= \frac{1}{n^2} l h^2 D (n + (n-1) + (n-2) + \ldots + 1)$ summirt, und zu wenig, wenn man die Reihe $\frac{1}{n^2} l \cdot h^2 D ((n-1) + (n-2) + \ldots + 1)$ summirt; der Druck liegt also zwischen den Grenzen $= \frac{1}{n^2} l \cdot h^2 D \cdot \frac{1}{2} n (n+1)$ und $= \frac{1}{n^2} l \cdot h^2 D \cdot \frac{1}{2} n (n-1)$, oder zwischen den Grenzen $= \frac{1}{2} l h^2 D + \frac{1}{2n} l h^2 D$, und $= \frac{1}{2} l h^2 D - \frac{1}{2n} l h^2 D$; das heiſst, da n jede Zahl bedeuten kann, der Druck ist $= \frac{1}{2} l h^2 D$. Der Schwerpunct einer solchen Wand liegt in der Tiefe $= \frac{1}{2} h$ unter der Wasserfläche, *und der Druck ist also so groſs als das Gewicht einer Wassersäule, deren Basis die Wand selbst wäre, und deren Höhe der Tiefe des Schwerpunctes unter der Oberfläche gleich wäre.*

Dieser letztere Satz gilt nicht bloſs für die verticale Wand, sondern für alle Seitenwände. Es sey nämlich auch für die in ihren verschiedenen Theilen ungleich gegen den Horizont geneigte Wand die verticale Tiefe $= h$ in n gleiche Theile getheilt, die Neigung des untersten einen Wandtheils gegen den Horizont sey $= \eta$, die des zweiten $= \eta'$ und so weiter, so ist die Gröſse des einen Wandtheils $= \frac{1}{n} \frac{h \cdot l}{\text{Sin.}\, \eta}$, des zweiten $= \frac{1}{n} \cdot \frac{hl}{\text{Sin.}\, \eta'}$, und der Druck auf alle zusammen wird durch die Reihe $\frac{1}{n} h l D \left(\frac{h}{\text{Sin.}\, \eta} + \frac{(n-1)}{n} \cdot \frac{h}{\text{Sin.}\, \eta'} + \frac{(n-2)}{n} \cdot \frac{h}{\text{Sin.}\, \eta''} + \text{etc.} \right)$

rückt. Aber $\frac{1}{n}\cdot\frac{h.l.}{\text{Sin.}\eta}$, drückt den Inhalt des untersten
stückes aus, und die eben so gebildeten Ausdrücke be-
en den Inhalt der übrigen Wandstücke; jedes derselben
seinem Abstande von der Oberfläche $= \frac{n}{n}.h; = \frac{n-1}{n}.h$
weiter multiplicirt, und so drückt jene Reihe die Summe
Momenten in Beziehung auf die Oberfläche aus, wenn man
össe der Wandstücke als Gewichte ansieht; es ist aber be-
, dafs die Tiefe des Schwerpunctes = H mit der Summe
Gewichte = ff multiplicirt gleich ist der Summe der ein-
Momente, und dafs daher D.H.ff den Druck auf die
Wand angiebt, wenn ff den Flächen-Inhalt der ganzen
l ausdrückt.

Diese Regel reicht zu, um den Druck, den jedes Stück der
d, oder den die ganze Wand leidet, zu bestimmen, die
lt derselben sey, welche sie wolle.

Aus dem Bisherigen läfst sich auch ableiten, wie das Gleich-
cht besteht, wenn ungleichartige, nicht in eine gleichartige
hung übergehende flüssige Körper in einem Gefäfse enthal-
ind. Jedes dieser Flüssigen nimmt eine horizontale Ober-
an, wenn die Schwere allein, die wir als überall nach
lelen Richtungen wirkend ansehen, auf sie wirkt. Die
lichkeit des Gleichgewichtes fände statt, selbst dann, wenn
lichtere Schicht den oberen Platz einnähme, indem bei
ganz genau horizontalen Oberfläche beider Körper die
fläche und jedes gleich tief liegende Theilchen des untern
ers genau gleich stark gedrückt, keines also zum Auswei-
seitwärts angetrieben würde. Aber ein solches Gleichge-
t besteht nie auf längere Zeit, weil bei der geringsten Ab-
hung der Oberflächen von der horizontalen Ebene der Druck
inem Puncte gröfser wird, und an diesem Puncte ein Her-
ömen der schwereren Materie eintritt, welches sich nicht
endiget, bis der schwerere Körper den untern Raum einge-
men und hier eine horizontale Oberfläche angenommen hat.
t dann eine kleine Störung des Gleichgewichts ein, so be-
t diese nur in einem Schwanken um den Zustand des Gleich-
ichtes, und nach einigen Schwankungen stellt sich die hori-
tale Oberfläche wieder her.

Sind es andere Kräfte, die auf die verschiedenen Schich-

ten des Flüssigen wirken, so bilden sich beim Gleichgewichte die Oberflächen dieser Schichten so, dafs sie in jedem Puncte senkrecht gegen die mittlere Richtung der gerade dort wirkenden Kräfte sind. Der Druck, welchen jedes in irgend einer Tiefe liegenden Theilchen der Wand oder des flüssigen Körpers leidet; wenn sich Schichten verschiedenartiger flüssiger Körper über demselben befinden, läfst sich ebenfalls leicht finden; man sucht nämlich, wenn das Stück der Wand keine erhebliche Höhe hat, das Gewicht einer über diesem Wandstücke errichteten flüssigen Säule, deren einzelne Theile an Höhe und Dichtigkeit mit den Höhen und Dichtigkeiten der darüber stehenden verschiedenen Flüssigen überein stimmen.

Endlich gehört zu diesen Bestimmungen über den Druck ungleich dichter flüssiger Körper auch noch die Frage, wie hoch ungleich dichte flüssige Körper in zwei mit einander verbundenen Röhren stehen. Ist zuerst die Röhre A B C mit einem gleichartigen Flüssigen bis an D E ; F G; gefüllt, so liegen beide Oberflächen D E ; F G; in einer horizontalen Ebene, wenn nämlich die Richtungen der allein hier wirkenden Schwerkraft als unter sich parallel können angesehen werden. Denn da der Druck auf irgend ein Theilchen a der Tiefe unter der Oberfläche proportional ist, so würde der von der Seite D a wirkende Druck nicht dem von G a her wirkenden Drucke gleich seyn, wenn nicht beide Oberflächen gleich hoch lägen, und es könnte bei a kein Gleichgewicht bestehen. Befindet sich dagegen in der Röhre A B eine Flüssigkeit, deren Dichtigkeit = D, in C B eine Flüssigkeit von der Dichtigkeit = D', und nimmt die leichtere den Raum G c, die schwerere den Raum b a c ein, so mufs die Höhe = H der erstern über der Fläche c d $H = \frac{H'D'}{D}$ seyn, wenn H' die Höhe der andern über eben dieser Trennungsfläche ist. Wäre also zum Beispiel die schwerere Flüssigkeit Quecksilber, die leichtere Wasser, so würde des leichteren Wassers Oberfläche in c G fast 14 mal so hoch über d c stehen müssen, als die des schweren Quecksilbers in b a sich über c d oder c d' befindet, weil Quecksilber fast das 14 fache specifische Gewicht des Wassers hat.

Fig. 136.

Ein anderer in der Hydrostatik abzuhandelnder Gegenstand ist die Lehre von dem Gleichgewichte der in das Wasser eingetauchten Körper. Fragt man blofs nach dem Drucke, den

irgend einem Puncte leiden, so beantwortet offenbar ie vorige Betrachtung diese Frage; denn die Oberfläche pers leidet in jedem Puncte eben den Druck, welchen eben dem Orte befindliche Seitenwand leiden würde. an aber nach der Gewalt, welche das Flüssige auf den Körper ausübt, so ergiebt sich, dafs bei flüssigen Kör- uf welche blofs die Schwerkraft wirkt, *der Druck des n Körpers hinaufwärts mit so viel Kraft wirkt, als wicht der von dem festen Körper aus der Stelle getriebe- ssigen Masse beträgt.* Man nehme nämlich zwei einan- verticaler Richtung gegenüberstehende Theile ab, cd Fig. 137. erfläche des festen Körpers, die Tiefe der erstern sey der andern = h' unter der Oberfläche, so ist ab.h der auf die höhere, cd.h' der Druck auf die tiefere; macht b mit der Horizontallinie den Winkel = η; cd dagegen inkel = η', so ist be = df = ab Cos. η = cd Cos. η'; tical drückende Kraft, die aus jenem auf ab senkrechten e hervorgeht, ist aber = ab.h.Cos. η, und die Vertical- welche aus dem auf cd senkrechten Drucke hervorgeht, cd . h'.Cos. η' = ab . h' Cos. η, der Unterschied beider = ab.Cos. η . (h' — h); also da ab.Cos. η = eb den ho- len Querschnitt der Säule abdc bedeutet, (h' — h) die erselben, so ist, da hier das specifische Gewicht oder ichtigkeit des Flüssigen = 1 angenommen und deshalb in ormel für den Druck der Buchstabe D weggelassen ist, sen beiden correspondirenden Theilen der Oberfläche zu- nde aufwärts gerichtete Druck gleich dem Gewichte der rsäule, die den Raum abdc ausfüllen würde. Es läfst ffenbar die Anwendung genau ebenso auf jede solche Säule n, die man in dem Körper abschnitte, und die gesammte lt, mit welcher der gegen die untere Seite des Körpers ge- te Druck diesen zu heben strebt, ist so grofs als das Ge- des aus der Stelle getriebenen Flüssigen.

Die Frage, ob der Körper im Wasser untersinken, oder hm einmal gegebenen Platz fortdauernd einnehmen oder höher heben wird, läfst sich also sogleich beantworten. s Gewicht des ganzen festen Körpers ebenso grofs, als das icht des aus der Stelle getriebenen Flüssigen, so hat er r ein Bestreben zu steigen noch zu sinken, beträgt das Ge- t des festen Körpers mehr, so sinkt er; beträgt es weniger,

pers über der Oberfläche des Wassers hervor, so wi
des nun noch aus der Stelle getriebenen Wassers ge
da der Druck aufwärts immer gleich dem Gewichte
sermenge bleibt, so tritt endlich ein Gleichgewic
dem Gewichte des ganzen Körpers und dem Gewic
der Stelle getriebenen Wassers ein, und dieses gi
stimmung, wie viel von dem Volumen des Körpers be
men noch eingetaucht bleibt. Die Frage, in welc
Körper schwimmen kann, wird wohl besser unt
Schwimmen und *Metacentrum* abgehandelt[1].

Diese Betrachtungen über den Druck, den ein
ter Körper leidet, führen zu der Bestimmung des
Gewichtes[2]. —

Die hydrostatischen Betrachtungen über die F
Körper, auf welche beschleunigende Kräfte einwirk
selbst die Gestalt bestimmen, übergehe ich hier, d
Erde[3] vorkommen. Ebenso übergehe ich diejenig
nungen, welche von den gewöhnlichen Gesetzen
statik abzuweichen scheinen, wo nämlich Wasser i
Röhren über die Oberfläche des umgebenden Wasse
Stahlnadeln auf dem Wasser schwimmen u. s. w., w
scheinungen aus der besondern anziehenden Kraft,
Art. *Capillarität* handelt, erklärt werden müssen[4].
Drucke solcher Körper, die, wie Sand, als halbflü
hen sind, ist im Art. *Druck* gehandelt[5].

tung der Grundformeln der Hydrostatik.

ı die Betrachtungen über das Gleichgewicht eines flüs-
örpers ganz allgemein zu begründen, denken wir uns
s Theilchen beschleunigende Kräfte wirkend, die als
nen des Ortes anzusehen sind. Es sey nämlich die Lage
'heilchens des Flüssigen durch drei auf einander senk-
Coordinaten x, y, z bestimmt, und die nach den Rich-
dieser drei Coordinaten wirkenden beschleunigenden
durch X, Y, Z ausgedrückt. Diese Kräfte, obgleich
ht veränderlich von einem Puncte zum andern, können
ıgesehen werden als gleich für jeden Punct des Theil-
$lm = D.dx.dy.dz$, wo D die Dichtigkeit des Theil-
ausdrückt. Diese beschleunigenden Kräfte geben dem
hen eine der Masse proportionale bewegende Kraft, die
ch jenen Richtungen durch $X dm$; $Y dm$; $Z dm$; darge-
rird. Aber da der von andern Theilchen her ausgeübte
auch auf dieses Theilchen wirkt und zwar der gedrückten
proportional ist, so erhellet, daſs für die Fläche $= dx.dy$,
auf z senkrecht ist, $p.dxdy$ den Druck darstellt, wenn
Maſs des Druckes auf die Fläche $= 1$ ist, und daſs die-
die um dz davon entfernte Fläche in
$\left(\frac{dp}{dz}\right).dz\Big) dxdy$, nach den für ähnliche Aenderun-
bräuchlichen Bezeichnungen, übergeht. Diese Aende-
$= \left(\frac{dp}{dz}\right) dxdy.dz$ kann durch nichts anders als durch
ch der Richtung der z wirkende bewegende Kraft
$D.dxdydz$ bewirkt werden, und da eben die Ueber-
g auch $\left(\frac{dp}{dx}\right) dx.dy.dz = X.D.dxdydz$ und
$\Big) dxdydz = Y.D.dx.dy.dz$ ergiebt, so ist

$$\Big) = D.X; \left(\frac{dp}{dy}\right) = D.Y, \left(\frac{dp}{dz}\right) = D.Z, \text{ also}$$

$$\Big) dx + \left(\frac{dp}{dy}\right) dy + \left(\frac{dp}{dz}\right) dz = D(Xdx + Ydy + Zdz) = dp.$$

das nicht der Fall wäre, selbst ein Gefäfs nicht das Gleichgewicht erhalten kann. D'ALEMBERT fügt noch die Bemerkung hinzu, die sich fast von selbst versteht, dafs auch die äufseren, irgendwo auf die Oberfläche wirkenden Kräfte den Werthen gemäfs seyn müssen, die das Gleichgewicht fordert. Es ist zum Beispiel ganz gewifs, dafs eine homogene Wassermasse, deren Oberfläche horizontal ist, im Gleichgewichte bleiben kann, wenn blofs die Kraft der Schwere auf die Wassermasse wirkt; aber gesetzt in einem Theile der Oberfläche, wo der Druck $= 0$ war, fange eine äufsere Kraft an, vermittelst eines Kolbens einen Druck auszuüben, so besteht das Gleichgewicht nicht mehr, obgleich die Formel $g\,d\,z$ noch immer integrabel bleibt. Und ebenso kann es in andern Fällen vorkommen.

Ich wende, um nicht zu weitläuftig zu seyn, diese Formeln nicht auf mehrere Fälle an. Für die Schwerkraft ist es klar, dafs aus $dp = D.g.dz$ folgt $p = \text{Const.} + Dgz$, dafs also, wenn h der Werth von z ist, welcher der freien, gar keinen Druck leidenden Oberfläche angehört, $p = D.g(z-h)$ der vollständig bestimmte Werth des Integrals, also der Druck $= p$, der Tiefe $= z - h$ unter der freien horizontalen Oberfläche proportional ist. Leidet diese freie Oberfläche den Druck der Atmosphäre, so mufs, wenn ich diesen $= k$ setze, für die Tiefe $= h$ vom Anfangspuncte der verticalen Ordinaten an $p = k$, also $k = gDh$ seyn und $\text{Const.} = k - g.D.h$, also allgemein $p = k + gD(z-h)$, und daraus läfst sich die Auflösung aller oben schon betrachteten Probleme herleiten.

Die Literatur der Hydrostatik ist im Art. *Hydrodynamik* angeführt. *B.*

Hygrometer.

Hygroskop, Notiometer, Feuchtigkeitsmesser, Psychrometer; *Hygrometer; Hygroscopium, Notiometrum;* Hygromètre, Hygroscope, Notiomètre; *Hygrometer, Hygroscope; Notiometer.*

Hygrometer (von ὑγρὸς nafs, feucht) oder Notiometer (von νότιος nafs, feucht oder νοτὶς die Feuchtigkeit, beides von Νότος der Südwind), neuerdings Psychrometer (von ψυχρὸς kalt) genannt, ist ein Werkzeug, woran die Menge der in der

phärischen Luft enthaltenen Feuchtigkeit gemessen werden
so wie Hygroskop ein solches bezeichnet, wodurch
bloſs die Anwesenheit derselben ohne eigentliche Messung
chten will. Dasselbe gehört also unter die sogenannten
rologischen Apparate, und da man diese allezeit möglichst
lfältigte, die überwiegende Menge hygroskopischer Sub-
n aber hierzu das weiteste Feld eröffnete, so läſst sich
im Voraus vermuthen, daſs die Zahl der Vorschläge zu
n Werkzeugen nicht geringe seyn kann; bei näherer Un-
hung findet man sie indeſs weit über alle Erwartung groſs.
oskopische Substanzen finden sich nämlich sehr zahlreich
en drei Reichen der Natur, und wenn dann hinzukommt,
lie nämliche Substanz mehrere Constructionen für hygro-
sche Zwecke zuläſst, so muſs das Gesagte minder auffallend
einen. Inzwischen lohnt es sich keineswegs der Mühe,
sgesammt aufzuzählen oder gar umständlich zu beschreiben,
es unterliegt keinem Zweifel, daſs die meisten der ange-
ten Stoffe überhaupt nicht geeignet sind, ein genaues Maſs
n der Atmosphäre vorhandenen Feuchtigkeit zu geben, und
drein verlieren alle aus dem Thier- und Pflanzen-Reiche
rzerer oder längerer Zeit, meistens sehr bald, ihre hygro-
sche Eigenschaft. Weil aber aus den physikalischen Appa-
bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft billig alle
nigen verbannt werden müssen, welche keine genaue Mes-
desjenigen gewähren, was sie zu messen bestimmt sind,
rlieren damit alle älteren Apparate dieser Art aus dem Thier-
Pflanzenreiche gänzlich ihren Werth. Daſs dieses harte
il auch die besten und berühmtesten derselben trifft, werde
päter darthun. Unter den mineralischen Substanzen ist mir
bekannt, welche ein genaues Maſs der atmosphärischen
htigkeit giebt; die meisten derselben verlieren auſserdem
hygroskopische Eigenschaft in kürzerer oder längerer Zeit,
ie gehören sonach mit jenen andern dem Wesen nach unter
lbe Classe. Wäre also dieses Werk dazu bestimmt, bloſs
eigentlich brauchbaren Instrumenten Rechenschaft zu geben,
ürde am Ende nur ein einziges eigentliches Hygrometer zu
hreiben seyn, allein der Vollständigkeit wegen werde ich
mir bekannt gewordenen nennen, um zugleich das ausge-
chene Urtheil zu rechtfertigen, und für die Zukunft zu ver-
n, daſs nicht unlängst veraltete Erfindungen wieder als neu

aufgeführt werden. Zur besseren Uebersicht stelle ich die unter das Thierreich, Pflanzenreich und Mineralreich gehörigen abgesondert zusammen[1].

A. Hygrometer aus dem Thierreiche.

Die häutigen und sehnigten Theile der thierischen Körper, insbesondere auch die Haare, Federn und Klauen, werden durch den Einfluſs der feuchten Luft weich, dehnen sich aus oder biegen sich, und zeigen durch diese Veränderung die wirkende Ursache so genau an, daſs einige derselben auf kurze Zeit und bis sie durch allmälige Austrocknung gegen den Einfluſs der Feuchtigkeit unempfindlich werden, zum wirklichen Messer der Menge des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes dienen können. Dahin gehören hauptsächlich die vielen Arten der aus Darmsaiten verfertigten Hygrometer. Eine der ältesten von diesen ist durch Molineux[2] beschrieben, und besteht aus einer etwa 6 Zoll langen Darmsaite, welche am obern Ende befestigt ist, am untern aber eine hölzerne oder elfenbeinere Kugel von etwa 2 Zoll Durchmesser trägt. Auf letzterer ist durch zwei eine Linie von einander abstehende, parallele Horizontalkreise eine Zone gebildet und in willkürliche Theile getheilt, welche ein an einem festen Gestelle angebrachter Zeiger hinzeigt. Wenn dann die vermehrte atmosphärische Feuchtigkeit ein Aufdrehen der Seite bewirkt, und hiernach die Kugel um ihre verticale Axe gedrehet wird, so deutet der Zeiger dieses auf den Theilen der Zone an[3].

Sturm[4] vertauschte die vom P. Maignan gewählten Grannen des wilden Hafers mit einem Ende einer Darmsaite, welches er auf einer horizontalen Scheibe lothrecht befestigte, oben mit einem Zeiger versah und in eine Glasröhre einschloſs,

---

1 Eine reiche Sammlung und Zusammenstellung solcher Substanzen, welche Feuchtigkeit anziehen, mit einander verglichen durch Griffiths findet man in Journ. of Lit. Sc. and Arts XXVII. 92.

2 Phil. Trans. Nro. 162. Acta Erud. ann. 1686. p. 389.

3 Man befestigte auch unten an der Saite ein kleines Gewicht mit einem Zeiger, welcher auf einer horizontalen Scheibe auf verschiedene Grade zeigte, welches indeſs eine bloſse Abänderung der beschriebenen Construction ist.

4 Colleg. curios. Norimb. 1676. 4.

frecht stehend zu erhalten, allein das Glas hindert den Zutritt der atmosphärischen Luft, und macht somit den rat unbrauchbar. Brander, von welchem viele Hygro- dieser Art verfertigt sind, liefs daher die Glasröhre weg, wählte statt dessen eine etwas stärkere, durch ihre eigene ieit sich aufrecht erhaltende, Darmsaite von 1,5 Zoll Länge, tigte das eine Ende derselben auf dem unteren Boden einer ingenen Büchse von 4 Z. Durchmesser in einem drehbaren , versah das andere, über den Deckel hervorragende Ende lben mit einem horizontalen, sehr leichten messingenen r, und theilte die Oberfläche des Deckels in eine gewisse hl von Theilen, welche zur Menge des atmosphärischen erdampfes in einem bestimmten Verhältnisse stehen sollten. so von ihm verfertigten Büchsen haben stark durchbrochene nwände, damit die Luft frei zur Darmsaite gelangen, und Feuchtigkeit sie aufdrehen kann, wodurch sich die Spitze Zeigers über der Theilung bewegt und somit zugleich die ommene Menge des atmosphärischen Wasserdampfes angiebt.

Die Bestimmung der Menge von Wasserdampf in einem fafs atmosphärischer Luft nach den Graden seines Hygro- s entlehnte er aus der bekannten Abhandlung von Lambert[1], er sich grofse Mühe gab, durch seine Versuche über die nstung das quantitative Verhältnifs des Wasserdampfes in tmosphärischen Luft nach den Graden des von ihm ver- rten Sturm'schen Hygrometers aufzufinden.

Die gemeinsten Apparate dieser Art, die sogenannten hol- schen Hygrometer, welche auch in Nürnberg in Menge ver- t und durch Hausirer zum Verkaufe ausgeboten werden, hen aus einem kleinen Häuschen von Pappe, in welchem tück einer Darmsaite lothrecht herabhängt, und an seinem ren Ende eine runde Pappscheibe trägt, auf welcher zwei en, eine männliche mit einem Regenschirm, und eine weib- mit einem Fächer stehen. Durch das Aufdrehen der Saite olge gröfserer Feuchtigkeit der Luft kommt die männliche pe vermittelst der Drehung der Scheibe aus ihrer Thüröff- g und deutet somit auf Regen, statt dafs ihr Zurückgehen das Hervorgehen der weiblichen Puppe heitere Witterung

1 Mém. de l'Acad. des Sc. de Pruss. 1769 u. 72. Lambert's Hy- etrie a. d. Fr. übers. Augsp. 1774. 8. Fortsetzung 1775. 8.

andeuten soll. Ungleich weniger ist die Vorrichtung des P. Mersenne bekannt geworden, welcher eine Darmsaite ausspannte, und aus ihrem tieferen Tone auf gröfsere Feuchtigkeit, aus dem höheren auf Trockenheit schlofs[1].

Unter die bekanntesten und wegen ihrer Einfachheit nicht ganz verwerflichen Hygrometer gehört das von Chiminello auf Veranlassung einer von der Churpfälzischen Akademie der Wissenschaften 1783 über die Verfertigung harmonirender Hygrometer aufgegebenen Preisfrage in Vorschlag gebrachte Federkielhygrometer. Man nimmt hierzu einen unpräparirten Kiel einer gemeinen Gänsefeder, schabt ihn sehr dünn, welches am besten nach Anfüllung desselben mit Quecksilber geschieht, füllt eine nach der Weite der einzusenkenden Glasröhre zu bestimmende Länge desselben mit Quecksilber, senkt eine Glasröhre hinein, bis das Quecksilber ohngefähr in die Mitte derselben aufsteigt, und bindet den Kiel an dieser mit einem seidenen Faden fest. Zur Bestimmung der festen Puncte wählte er für die gröfste Feuchtigkeit das Einsenken in Wasser, und für die gröfste Trockenheit das Aussetzen an die Sonnenstrahlen bei trockner Atmosphäre und 25° R. Temperatur[2]. Ein diesem gleiches Hygrometer hatte schon früher Capineau vorgeschlagen, jedoch bestimmte er zu festen Puncten das Einsenken in Eis für die gröfste Feuchtigkeit, welche er mit 0 bezeichnete, und die Wärme unter einer brütenden Henne, welchen er mit 33° bezeichnete[3]. Studer[4] hat eine vollständige Beschreibung des Verfahrens mitgetheilt, vermittelst dessen dieses Hygrometer möglichst vollkommen verfertigt werden kann, und er giebt ihm namentlich auch in Beziehung auf seine Dauer einen entschiedenen Vorzug; allein die Erfahrung zeigt genugsam, dafs alle Federkiele mit der Zeit ihre hygroskopische Kraft verlieren, obgleich sie den frischen im hohen Grade eigen ist. Statt der angegebenen Construction empfiehlt Retzius[5] den dünn geschabten Federkiel schraubenförmig in einen schmalen Streifen zu schneiden,

1 S. Dalencé Traité des baromètres, thermom. et hygromètres. Amst. 1688.

2 Opuscoli scelti di Milano. T. IX. p. 1. G. IV. 479.

3 Journ. de Phys. XV. 384.

4 G. LIX. 309.

5 Lichtenb. Mag. IV. 163. V. 115.

den Grad der Feuchtigkeit nach dessen Verlängerung zu m.

Unter die Vorschläge, den Grad der atmosphärischen Feuchit durch die Ausdehnung thierischer Häute zu messen, geder des Giov. Bapt. da St. Martino, einen Streifen schlägerhaut auszuspannen, welcher sich durch Nässe aust, und bei gröfserer Dürre zusammenzieht. Für den Punct röfsten Feuchtigkeit wählt er den Stand des Zeigers beim isse eines dicken Nebels, dagegen setzt er den Punct der en Trockenheit dahin, wohin das Instrument zeigt, wenn einem Gefäfse der Einwirkung einer bis 50° R. erhitzten ausgesetzt ist, und glaubt auf diese Art ein besseres und eileres Instrument, als das Saussüre'sche Haarhygrometer älten; allein die Goldschlägerhaut ist schon durch die Art Verfertigung weniger empfänglich für die atmosphärische itigkeit, als das Menschenhaar, und trocknet leichter so ändig aus, dafs sie ihre hygroskopische Eigenschaft gänzerliert. Empfindlicher im Anfange, aber gleichfalls nicht anger Dauer ist ein Stück Froschhaut, welches Huth[2] ehlt, und eine Rattenblase, welche Wilson[3] nach Art des kieles mit Quecksilber zu füllen und eine Glasröhre in letzinzusenken räth. Fr. Mayer in Verona endlich hat die nere des Eies umgebende Haut als hygroskopische Subvorgeschlagen[4], allein ich finde nicht, dafs ein solcher at jemals wirklich ausgeführt ist.

Unter die vor längerer Zeit zu Hygrometern vorgeschlagend nicht ohne Grund sehr empfohlenen Substanzen gehört eide, welche unter allen hierzu verwandten animalischen n dem austrocknenden Einflusse der atmosphärischen Luft icht am längsten widersteht. Anfangs schlug Casbois[5] vor, arm, oder denjenigen Theil des Seidenwurms, welchen man hnlich zum unteren Ende der Angelschnüre verwendet, als

Lichtenb. Mag. VI. 99.

Journ. von u. für Deutschl. 1784. S. 473.

Ann. de Chim. V. p. 307. Bibl. univ. IV. 262. Ann. of Phil. 3. Man soll die Rattenblase umkehren und waschen, dann wieder ren und mit Quecksilber füllen.

G. LIX. 307.

Journ. de Phys. XXIX. 349.

hygroskopische Substanz zu benutzen, Parrot[1] dagegen wählt zweckmäſsiger die rohe Seide, und dieser Meinung ist auch Babinet[2], welcher der Seide, den Coconfäden, nach vielen Untersuchungen sogar den Vorzug vor dem menschlichen Haar rücksichtlich gröſserer Empfindlichkeit einräumt, obgleich die Ausdehnung des letzteren gröſser ist. Das ursprüngliche, aus dem Darme des Seidenwurm's verfertigte Hygrometer suchte Cazalet zu verbessern, indem er einen ungleichförmigen Gang der Ausdehnung an den verschiedenen Exemplaren dieser Substanz wahrnahm[3], allein es scheint ihm nicht gelungen zu seyn, vollständige Uebereinstimmung herauszubringen.

Die umfassendsten Arbeiten über Hygrometer aus animalischen Stoffen haben v. Saussüre und de Lüc geliefert, letzterer mit kaum erträglicher Ausführlichkeit. Schon sehr frühe suchte nämlich de Lüc bei seinen eifrigen Bemühungen um die Aufhellung der Meteorologie die geeignetste hygroskopische Substanz aufzufinden, und wählte hierzu das Elfenbein[4]. Ein hohler elfenbeinerner Cylinder 2 Z. 8 L. lang, 2,5 Lin. inwendig weit, von $\frac{1}{16}$ Lin. Dicke der Wandungen, die oberen 2 Lin. der Länge jedoch etwas dicker und mit einer eingesenkten 14 Z. langen Glasröhre versehen, wird mit Quecksilber gefüllt, und für den Punct der gröſsten Feuchtigkeit in schmelzendes Eis gesenkt. Da wo alsdann das Quecksilber im unteren Ende der Glasröhre steht, ist der Nullpunct der Scale. Dann wird an einem Quecksilberthermometer der Abstand der beiden festen Puncte gemessen, die Kugel desselben zerbrochen und das Gewicht des enthaltenen Quecksilbers gesucht; die vierte Proportionalzahl zu diesem Gewichte, dem Gewichte dessen, welches zur Füllung des elfenbeinernen Gylinders nöthig ist und der Gröſse des gemessenen Abstandes giebt dann das Fundamentalintervall am Hygrometer, zu welchem die Röhre des zerbrochenen Thermometers verwandt wird. Dieses Intervall wird in 40 Grade getheilt, und solcher Theile werden dann noch weiter so viele auf die Scale getragen, als deren Länge verstattet. Man

1 Theoret. Physik II. 421.
2 Ann. de Chim. et de Phys. XXVI. 867.
3 Journ. de Phys. 1786. Vol. II. p. 247.
4 Phil. Trans. LXIII. N. 38. Journ. de Phys. V. 381. u. 457. Leipz. Samml. I. S. 10 ff.

bald, dafs dieses Verfahren dazu dient, den Einflufs der ne auf das Hygrometer mit Bequemlichkeit zu corrigiren; wenn man bei den Beobachtungen zugleich ein in 40 Theile hen den beiden festen Puncten getheiltes Thermometer acht, oder die Zahl der Réaumürschen Grade halbirt, so t man hierdurch diejenige Aenderung des Hygrometers, he eine Folge der Temperatur ist. Werden nämlich die ichteten Grade des Thermometers von denen abgezogen, ie das Hygrometer zeigt, so giebt die Differenz die dem ren allein zugehörige Veränderung. Das obere Ende der wird mit einem Deckel gegen Staub gesichert, ohne der len freien Zutritt zu nehmen. Ein Hygrometer dieser Art achte Phipps auf seiner Reise nach dem Nordpole[1], allein rfinder verwarf dasselbe nachher selbst, weil er den Punct röfsten Trockenheit nicht zu bestimmen vermochte, die las Elfenbein nur an einer Seite berührt, und der Apparat unter der Campane der Luftpumpe anwendbar ist. Später idefs John Leslie[2] das nämliche Instrument ohne eigent- Verbesserung und mit Weglassung der Construction für ie wieder gebraucht. Das von ihm auf ähnliche Weise uirte Hygrometer hat den Anfangspunct der Scale dicht dem Elfenbein da, wo das Quecksilber steht, wenn das in Wasser getaucht oder mit einem nassen Streifen Lein- umwickelt ist. Die Eintheilung der Scale wird so gemacht, der Theil derselben 0,001 des inneren Raumes ausmacht,),3 Gran Quecksilber enthält, dessen Totalgewicht 300 beträgt, und die gewöhnlichen Aenderungen der Feuchtig- etragen dann gegen 70 solcher Grade. Leslie fand indefs, ieses Hygrometer zwar empfindlich genug ist, obgleich Aenderungen nur langsam erfolgen, allein die Ausdehnun- nd Zusammenziehungen sind stärker in der Nähe der gröfs- uchtigkeit, als im oberen Theile der Scale, und obgleich e logarithmische Curve zur Bezeichnung des Feuchtigkeits- des nach der Angabe des Hygrometers in Vorschlag bringt, steht er doch zugleich, dafs auf eine bestimmte Messung

---

[1] A Voyage towards the North-Pole etc. Lond. 1774. 4.

[2] Kurzer Bericht von Versuchen und Instrumenten, die sich s Verhalten der Luft zur Wärme und Feuchtigkeit beziehen. . von H. W. Brandes. Leipz. 1823. 8. S. 106.

durch dasselbe nicht zu rechnen sey, wobei es aufserdem dem allgemeinen Fehler aller Apparate dieser Art gleichfalls unterliege, nämlich dafs die Substanz ihre hygroskopische Eigenschaft allmälig verliere.

Das erste Hygrometer, welches mit sehr grofsem Beifalle aufgenommen wurde und die Hygrometrie bedeutend weiter zu bringen schien, ist das durch v. Saussüre angegebene Haarhygrometer [1]. Die hygroskopische Substanz desselben ist ein weiches, nicht krauses und wo möglich blondes Menschenhaar, welches wegen der anklebenden Fettigkeit in einer Auflösung von 7,5 Scr. Sodasalz in 30 Unzen Wasser eine halbe Stunde, dann noch zweimal einige Minuten lang in reinem Wasser gekocht, in kaltem Wasser abgespült und im Schatten getrocknet wird. Ein solches Haar dehnt sich vom Puncte der gröfsten Trockenheit bis zu dem der gröfsten Feuchtigkeit um 0,024 seiner Länge aus, und wird beim verbesserten oder sogenannten Reisehygrometer des de Saussüre auf folgende Weise zum Messen der Feuchtigkeit benutzt. Fig. 138. Ein Rahmen von Messingdraht, IKLM von etwa 15 Z. Höhe und 3 Z. Breite dient als Träger des Ganzen, und wird in einem Kasten mit Glasthüren aufgehangen. Das zum Messen der Feuchtigkeit bestimmte und präparirte Haar ist mit einer Klemmschraube y an einer Vorrichtung befestigt, welche auf dem Drahte KL verschiebbar ist, und sich vermittelst der Prefsschraube x feststellen läfst, damit beim Einziehen eines neuen Haares, dessen Ausdehnung eine andere ist, als wofür das Instrument eingerichtet wurde, die Länge desselben vergröfsert oder verkleinert werden kann, um die für die Bewegung des Zeigers erforderliche Veränderung pafslich zu erhalten. Für kleine Correctionen des Zeigers dient die Mikrometerschraube m, womit det Halter der Klemmschraube y auf- und abwärts bewegt werden kann. Die Hauptsache beim Instrumente ist der Zeiger. Dieser ist auf einer feinen Axe zwischen den parallelen Streifen a c, welche durch den bei g festgeschrobenen Träger gehalten werden, so genau im Gleichgewichte balancirt, dafs er in jeder Lage stehen bleibt, und also durch die schwache Wirkung des Haares leicht bewegt werden kann. Das aus dem

1 Essais sur l'hygrométrie; à Neufchatel 1783. 8. Versuch über die Hygrometrie; durch Hor. Ben. de Saussüre. Aus d. Fr. von J. D. T. (Titius) Leipz. 1784. 8. Vergl. Biot Traité I. p. 335.

puncte seiner Axe beschriebene Bogenstück b b ist doppelt terbt; in die eine Furche ist das Haar gelegt und bei c igt, durch die andere ein feiner Seidenfaden, welcher bei gehalten wird und ein kleines Gewicht z, nur einige Grane r, trägt; um das Haar stets in einiger Spannung zu halten, den Zeiger zu bewegen, wenn letzteres durch Feuchtigkeit ausgedehnt wird. Das um n vermittelst des Knöpfchens hbare Stück n q o p endlich dient zum Festlegen des Gees und Zeigers, wenn es in die durch punctirte Linien antete Lage gebracht wird; eine zum sicheren Transportiren 'endige Vorrichtung. Der an zwei Drähten befestigte Has endlich ist bestimmt, ein Thermometer daran zu hängen, es zur Ausmittelung des Quantitativen der atmosphärischen tigkeit unentbehrlich ist.

Die bloſse Beschreibung ergiebt, wie sinnreich dieser Apconstruirt ist, und es kommt nur darauf an, mit welcher igkeit die hygroskopische Substanz die Feuchtigkeit der anzeigt. Um zuvörderst den Punct der gröſsten Feuchtign erhalten, wird das Instrument unter eine inwendig betete über einem Teller mit Wasser stehende Glocke aufgen, und die zunehmende Ausdehnung des Haares beobach-Wächst diese nach 5 bis 6 Stunden noch fortwährend, so s Haar unbrauchbar, und muſs verworfen werden. Vert sich dasselbe aber nach einigen Stunden nicht mehr, so der Zeiger auf den Punct der gröſsten Feuchtigkeit gestellt, eobachtet, ob es dann wieder zurückgeht, wie bei einigen all ist (cheveux retrogardes), weil man es dann gleichfalls nem andern vertauschen muſs. Um überhaupt von dem gen Gange des Haares überzeugt zu werden, muſs man diese che Operation in Zwischenräumen von mehreren Tagen male wiederholen.

Noch mühsamer ist das Verfahren, wodurch der Punct der en Trockenheit gefunden wird[1]. Auf einem halbcylindergen Bleche werden gleiche Theile Salpeter und roher Weinverpufft, und das rückständige Pulver wird eine Stunde lühend erhalten. Dann wird das Blech so heiſs, als ohne rengung der Campane geschehen kann, unter diese gestellt, lcher zuvor das Instrument aufgehangen ist, und der Zu-

1 Journ. de Phys. 1778. I. p. 48.

tritt der äufseren Luft wird durch Quecksilber abgeschnitten. Hierdurch erhält die eingeschlossene Luft die höchste Trockenheit, welches daran kenntlich ist, dafs das Haar dann durch Wärme sich wieder ausdehnt, jedoch nur um eine kaum mefsbare Gröfse. Der Punct, auf welchem der Zeiger dann stationär bleibt, wird mit 0 bezeichnet, und der durchlaufene Bogen zwischen beiden Normalpuncten in 100 Theile getheilt giebt die Grade der Scale.

Das Saussüresche Haarhygrometer kam bald zu grofsem Ansehn, und hat sich dabei eine geraume Zeit bis zur neuesten Periode der hygrometrischen Untersuchungen erhalten; blofs an DE LÜC fand dasselbe einen eifrigen Gegner. Dieser verwarf schon 1775 sein oben beschriebenes Hygrometer von Elfenbein und wählte statt dessen das Fischbein zur hygroskopischen Substanz. Sein Apparat besteht gleichfalls aus einem Rahmen von
Fig. 139. Messing HIKL, welcher oben den getheilten Kreis abc trägt. Vor diesem ist der gleichfalls genau balancirte, vermittelst höchst feiner Axen leicht bewegliche Zeiger $\alpha\beta$ mit einer kleinen Rolle versehen, deren Rand eine doppelte vertiefte Furche hat. Als hygroskopische Substanz dient ein 0,5 Lin. breiter und etwa 8 Z. langer Streifen Fischbein, welcher von einem platten Kieferstücke vermittelst eines eigenen Hebels nach der Richtung der Querfibern abgeschnitten wird; am unteren Ende ist dieser in dem auf- und abwärts verschiebbaren, durch die Klemmschraube c festzustellenden Stifte $\gamma\delta$ befestigt, oben in einem kleinen Zängelchen, welches an einem Faden befestigt ist, und durch diesen mit sehr geringer Kraft aufwärts gezogen wird, um den Streifen stets etwas gespannt zu erhalten. Der Faden nämlich ist um die angegebene Rolle in der einen Furche ihres Randes zweimal umgeschlungen, ein anderer Faden aber um die nämliche Rolle in ihrer zweiten Furche nach entgegengesetzter Richtung geführt und mit dem andern Ende an der sehr feinen schraubenförmig gewundenen Drahtfeder $\varepsilon\zeta$ befestigt, welche ihn, und also auch den Fischbeinstreifen in der erforderlichen Spannung erhält, und mit ihrem anderen Ende an dem Halter d befestigt ist. DE LÜC verfertigte solche Fischbeinstreifen von 1 Fufs Länge, welche nicht mehr als 0,25 Gran wogen, dennoch 0,3 Unzen Gewicht trugen, und wovon 8 Zolle sich zwischen den beiden festen Puncten um 1 Z. ausdehnten. Zuerst vermochte der Erfinder dieses Apparates nur den Punct der gröfsten Feuch-

; zu bestimmen, und glaubte diesen bei allen Hygrome-
ur durch Eintauchen in Wasser erhalten zu können; für
unct der gröfsten Trockenheit hielt er die Anwendung des
s nothwendig, und weil die hygroskopischen Substanzen
m Thier- und Pflanzenreiche dieses nicht ertragen, so
ab er 1781 sein erstes mangelhaftes Werkzeug der Pariser
mie ohne diesen zweiten Normalpunct. Bald nachher
te er indefs auch diesen erhalten zu können, wenn er das
ment in einem zinnenen mit ungelöschtem Kalke zum
angefüllten Kasten einige Tage aufhängte. Das Intervall
hen diesen beiden festen Puncten theilte er in 100 Theile,
laubte hiernach ein vollkommenes Hygrometer erhalten zu
n.

De Lüc verband nachher seine übermäfsig weitläuftigen Be-
ibungen des von ihm erfundenen Hygrometers mit einer hef-
Polemik gegen die Anwendung sämmtlicher hygroskopischen
tanzen nach der Länge der Fibern, namentlich gegen das
h de Saussüre vorgeschlagene Haar[1]. In der Hauptsache
nen seine Einwendungen darauf hinaus, dafs der Punct der
ten Feuchtigkeit nicht anders als durch Eintauchen in Was-
rhalten werden könne, und dann trete bei allen Substanzen,
d ihre Ausdehnung nach den Längenfibern gemessen werde,
Unregelmäfsigkeit ein, vermöge deren sie zuerst über den
t der gröfsten Feuchtigkeit hinausgingen, dann sich wieder
irzten und endlich erst stationär würden, überhaupt aber
r Nähe dieses Punctes sich nicht regelmäfsig ausdehnten,
n Fehler, welchem auch Fischbeinstreifen nach den Län-
ibern ausgesetzt wären. De Saussüre vertheidigte sein
rometer gegen die Vorwürfe des de Lüc, Chiminello und
v. Bapt. da St. Martino dadurch, dafs er behauptete,
e hätten untaugliche Haare (cheveux retrogardes) ange-
dt[2], und aufserdem mache der zwischen den Fasern des
hbeins enthaltene thierische Leim diese Hygrometer unsicher.

---

1 Idées sur la Météorologie. T. I. Sect. 1. ch. 3. Phil. Trans
XXI. p. 1. u. p. 389. übers. in Gren. J. d. P. V. 279. Phil. Trans.
XXII. p. 400. übers. in Gren. J. d. Ph. VIII. p. 141. Monthly Re-
LI. 224. LXXI. 213. LXXVI. 236. New ser. 1791. p. 133. Journ.
Ph. XXXII. 132.

2 Journ. de Phys. 1788. Janv. u. Fev. T. XXXII. p. 24 u. 98.

auch sey schon vollkommene Sättigung der Luft mit Feucl keit vorhanden; wenn das von de Lüc angegebene erst 8 81 Grade zeige. Hinsichtlich dieses letzteren Einwurfes ha Saussüre gewifs Recht, insofern die Luft nie einen Grad Feuchtigkeit annehmen kann, welcher auf die hygroskop Substanz so wirkt, als die unmittelbare Berührung mit Wa Soll aber das Letztere als Punct der gröfsten Feuchtigkeit ge dann hat de Lüc als Resultat seiner genauen Versuche erwi dafs das Haar in der Nähe dieses Punctes sich unregelmäfsig dehnt. Sollen daher beide auf einander reducirt werden, so de Lüc hierfür folgende Tabelle für beide Apparate angegel

	Fischbein	Haar	Fischbein	Haar
Trocken.	0	0,0	50	85,4
	5	12,0	55	88,4
			60	90,8
	10	29,9	65	92,8
	15	39,9	70	95,1
	20	50,8	75	97,1
	25	58,8	80	98,1
	30	65,3	85	99,1
	35	70,8	90	99,6
	40	76,1	95	100,0
	45	81,4	100	99,5 Wass

Will man nach dieser Zusammenstellung die hygrom trische Eigenschaft der Fischbeinstreifen nicht ganz in Zwei ziehen, so mufs man annehmen, dafs das Uebergewicht Vertrauens auf seine Seite falle, und dieses wird dadurch so wahrscheinlicher, dafs die flachen Querfibern des Fischbe leichter die nur geringen Quantitäten der Feuchtigkeit zwisc sich aufnehmen und dadurch eine der Menge der Feuchtig proportionale Ausdehnung erleiden, als ein röhrenförmiges H Es läfst sich dieses indefs blofs wahrscheinlich machen, keineswegs zur vollen Gewifsheit erheben. Nach welc Grundsätzen man übrigens aus den Graden der genannten H grometer auf die Quantität der in der Luft enthaltenen Was menge schliefst, wird später unter der Theorie gezeigt wer

De Saussüre's Hygrometer ist später verschiedentlich geändert, oder, wie man meinte, verbessert. Riché z nahm statt eines Haares 8 mit einander verbundene, um

ng der Zapfen am Zeiger leichter zu überwinden[1], machte dadurch das Instrument bei der ungleichen Beschaffenheit iedener Haare offenbar unsicherer. LANDRIANI schlägt mit dem Haarhygrometer eine Vorrichtung zu verbinden, rch es seinen höchsten und tiefsten Stand bleibend zeigen Diese ist seinem Thermometrographen genau nachgebildet, esteht aus einem gezahnten Rade, welches mit der Axe eigers verbunden ist, und durch einen leichten Sperrhaken halten wird. Es sind dann zwei Hygrometer erforderlich, mit einem solchen Rade versehen, jedoch sind die Zähne em einen in entgegengesetzter Richtung von der des andern mitten, so dafs das eine beim höchsten, das andere beim en Stande des ihm zugehörigen Zeigers festgehalten wird[2]. er den Unbequemlichkeiten aber, welche diese Vorrichtung n beim Barometrographen hat, kommt noch die neue hinzu, schwerlich ein Künstler diesen Mechanismus so fein hern kann, als er seyn müfste, wenn die Ausdehnung und Zuenziehung des Haars ihn bewegen sollte. BABINET dageglaubt dieses Hygrometer durch vermehrte Feinheit der Mesverbessern zu können. Zu diesem Ende räth er an, die , welche das Haar bei seiner Verlängerung und Verkürdurchläuft, vermittelst einer Mikrometerschraube zu meswodurch er einen gewöhnlichen Grad in 5 Theile theilt. kleine Gewichtchen soll dann am Haare frei herabhängen, sein jedesmaliger Ort vermittelst eines Mikrometerfadens geen werden[3]. Allein nach meiner Ansicht ist das Saussüre'-Hygrometer fein genug construirt, und hierauf beruhen die würfe keineswegs, welche demselben mit Recht gemacht len. Wenn BABINET ferner drei Haare statt eines einzigen lt, um aus ihnen die mittlere Ausdehnung und Verkürzung rhalten, so wird dadurch zwar einerseits Unrichtigkeiten vorngt, andrerseits aber ist die Ausdehnung durch Feuchtigbei verschiedenen Haaren ungleich, daher die Messung wierig, und das Instrument wird aufserdem hierdurch weit samer zu construiren und kostbarer, ohne dafs man dennoch

1 Journ. de Phys. 1789. p. 58?. Daraus in Gren J. d. Ph. I. 50.

2 Brugnatelli Giorn. Dec. II. T. III. p. 111.

3 Ann. de Chim. et de Ph. XXVI. 367. G. LXXVIII, 77.

über die Frage genügende Sicherheit erhält, welches unter den drei Haaren in seinen Angaben das richtigste ist. Die von CAGNAZZI[1] vorgeschlagenen Verbesserungen dieses nämlichen Hygrometers betreffen bloſs die Construction desselben, welche deren eigentlich nicht bedarf, und es ist daher überflüssig, sie weiter zu berücksichtigen.

B. Hygrometer aus dem Pflanzenreiche.

Daſs gemeine hanfene Seile durch Feuchtigkeit verkürzt werden, ist eine so häufig vorkommende Erfahrung, daſs sie den Beobachtern nicht füglich entgehen konnte. Schon LEUPOLD[2] und WOLF[3] erwähnen daher die hieraus verfertigten Hygrometer. Sie bestehen aus bloſsen hanfenen Schnüren, welche an einer Wand mit ihrem einen Ende befestigt werden, am andern, über eine leicht drehbare Rolle geschlungen, aber ein Gewicht mit einem Zeiger tragen. Dringt Feuchtigkeit in die Schnur, und verkürzt sie, so wird das Gewicht und der Zeiger gehoben, und eine lothrechte Scale giebt die Grade an, auf welche der Zeiger bei diesen verschiedenen Zuständen derselben zeigt. Um die Längendifferenz gröſser zu machen, zog man die Schnur auch über mehrere untere einander befindliche Rollen so, daſs die hiernach entstehenden Abtheilungen derselben einander parallel horizontal liefen, und daſs bloſs das eine Ende mit einem Gewichte und Zeiger beschwert war. An eine eigentliche Messung und Bestimmung fester Puncte ist bei einem solchen Apparate nicht zu denken. JOHN SMEATON[4] schlug vor, man solle eine 35 Z. lange und etwa 0,05 Z. dicke hanfene Schnur in Salzwasser sieden, und dann eine Woche lang durch 1 bis 2 Pf. Gewicht ausdehnen, sie dann mit dem einen Ende an einem drehbaren Wirbel befestigen, mit dem andern an einem Zeiger, welcher mit 0,5 Pf. Gegengewicht beschwert sey. Der Zeiger sollte 12 Zoll Länge haben, und mit der Spitze über einem Gradbogen hinlaufen. An einem warmen und heiteren Tage brachte er dann die schon ausgetrocknete Schnur gegen ein Feuer, um ihr

1 Mémoires de l'Acad. des Sc. de Naples. T. I. part. 2. p. 45. Daraus in FÉRUSSAC Bulletin. 1826. T. I. p. 204.

2 Theat. aerost. cap. VII. p. 288.

3 Nützliche Vers. T. II. S. 7.

4 Phil. Trans. LXI. 198.

die Feuchtigkeit zu entziehen, und stellte dann den Zeiger Umdrehung des Wirbels auf 0, befeuchtete demnächst hnur mit Wasser, bezeichnete den Stand des Zeigers mit wodurch er eine dieser Schnur zugehörige Theilung erhielt. nreich dieses Verfahren auch ist, so giebt es doch kein n unseren Zeiten brauchbares Meſswerkzeug. Statt eines wählte DALENCÉ einen bloſsen Papierstreifen[1], und sicher ohne Grund, denn das Papier ist eine vortreffliche hygro-che Substanz. Ein solcher Streifen wird zwischen zwei ı ausgespannt, in der Mitte durch ein kleines Gewicht be-rt, welches einen Zeiger trägt, und wenn dann das Papier urch Feuchtigkeit ausdehnt, so sinkt das Gewicht herab, er Zeiger deutet dieses auf einer Scale an.

)aſs die Holzarten, insbesondere die weichen, sehr hy-pisch sind, ist eine bekannte Erfahrung[2], und man hat sie auf verschiedene Weise zu Hygrometern verwandt. HAU-ILLE[3] verfertigte eine Tafel aus zwei dünnen tannenen n in einen eichenen Rahmen gefaſst und an beiden Seiten gt. Wenn sich diese dann durch Feuchtigkeit ausdehn-ler durch Trockniſs zusammengezogen, so bewegten sie zahntes Blech, welches eine kleine Welle mit einem Zei-etrieb, und auf diese Weise den Feuchtigkeitszustand der phäre angab. Später hat TÄUBER[4] mehr Mühe auf die serung dieses Apparates verwandt, als er verdient, FER-r aber wählte statt der gezahnten Stange und des Getriebes Schnur, welche um eine kleine Rolle geschlungen, und ein Gewicht straff gezogen einen langen Zeiger bewegte, adurch die kleinen Veränderungen der Ausdehnung mehr rgröſsern[5]. Eines ähnlichen Hygrometers bediente sich ras[6] zu einer groſsen Reihe von Beobachtungen zur Aus-lung des hygroskopischen Verhaltens der Atmosphäre in

---

Traités des Baromètres, Therm. et Hygromètres. Amst. 1688. pierhygrometer wird auch durch JOHN COVENTRY empfohlen. S. Journ. V. 313.

Ausführliche Untersuchungen hierüber von LAMPADIUS findet ı dessen Beiträgen zur Atmosphärologie. S. 210. ff.

Pendule perpetuelle. Par. 1678. 4.

Acta Erud. Lips. 1687. p. 76.

Phil. Trans. Vol. LIV. art. 47. p. 259.

Phil. Trans. Nro. 480.

Buchsbaumholz construirt, und dabei durch Verglei
der gefunden hat, dafs Buchsbaumholz sich doppelt s
dehnt, als Elfenbein, weswegen jene Substanz vor d
Vorzug verdiente, wenn nicht die Ausdehnung ders
unregelmäfsiger wäre. Nahe bei dem Puncte der gröf
tigkeit fand er die Ausdehnungen mehr als zwanzigm
als in der Nähe des Punctes der gröfsten Trockenheit.

Gräser, Grannen und ähnliche Pflanzentheile si
holt zu Hygrometern vorgeschlagen. Der Pater Maig
zuerst sich des Bartes oder der Granne des wilden Ha
fatua. Lin.) bedient zu haben, welche sich durch F
stark drehet [4]. Eine solche Granne befestigte er l
Boden einer kleinen Büchse, deren Deckel in Grade g
zog die Spitze durch die Mitte des Deckels und bog si
mit sie als Zeiger dienen mögte. Dr. Hook beschrei
pfiehlt gleichfalls diesen Apparat [5]. Der Graf de la G
erkannte zufällig die hygroskopische Eigenschaft des
(*fucus, alga marina*), hing davon einige am Feuer
trocknete Streifen an eine Waagschale, tarirte sie und
nete den Punct, auf welchem ein am Waagebalken befind
ger stand, mit 0 als Punct der gröfsten Trockenheit. W
das Gras Feuchtigkeit anzog, und dadurch um einen Gr
rer wurde, so bezeichnete er diesen Stand gleichfalls,
te die so erhaltenen Abstände in kleinere Theile [6]. A
Weise, oder ob überhaupt der Punct der gröfsten Fe

len sey, wird nicht angegeben. BJERKANDER[1] empfiehlt die knete *Carlina vulgaris*, andere geben den gewundenen Spitzr Geranien und Pelargonien den Vorzug, wie denn nament- ARBOSA die Spitze des *geranium moschatum* und *malacoides* n Vorschlag bringt;[2] ADIE, bekannt durch die Erfindung des iezometer, giebt die innere Haut von *arundo phragmites*, eiche Weise aptirt, wie der Federkiel durch CHIMINELLO RETZIUS, als die vorzüglichste hygrometrische Substanz 'OLI findet einen bloſsen Hanffaden sehr dazu geeignet[4], empfehlen *Andropogon contortus* LIN. als eine höchst dliche hygroskopische Substanz[5].

uſser den hier angegebenen giebt es ohne Zweifel noch Menge vegetabilische Substanzen, welche durch höhere tigkeit der Atmosphäre gewisse Veränderungen erleiden, eren man leicht mehrere auffinden könnte, wenn es sich lühe lohnte, sie aufzusuchen[6]. Unter andern giebt der gemahlene Caffee meistens sichere Zeichen bevorstehen- legens. Indem er nämlich die Feuchtigkeit begierig an- hängt er sich gern an die Wände der Kasten in den Müh- ı, wenn er eine Menge derselben aus der Atmosphäre

Hygrometer aus dem Mineralreiche.

ter die ältesten Hygrometer gehören diejenigen, bei denen die kopische Substanz aus dem Mineralreiche genommen wurde, i denen die Vermehrung des Gewichtes durch aufgesogenes härisches Wasser als Maſs der Feuchtigkeit diente. Vorzugs- bediente man sich eines Badeschwammes, tränkte diesen in almiakauflösung[7], hing ihn wohl getrocknet an einen Waage-

---

Neue Schwed. Abhand. T. III.

Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa. 1780 — Nro. 10.

Edinb. Phil. Journ. N. 1. 32.

Elementi di Fisica sperimentale. Venezia 1817. V Vol. 8. III. 88.

Asiat. Reas. T. IX. N. II. et IX.

Dahin gehört unter andern die getrocknete *Carlina vulgaris* as BJERKANDER in Neue Schwed. Abh. Bd. III.

Daſs hierbei der Salmiak die eigentliche hygroskopische Sub- d.

auf einem getheilten Bogenstücke die Grade der Feuc
Trockenheit angab. Der am kürzeren Ende des W
hängende Schwamm wurde durch eine von der Mitte
ren Armes herabhängende feine seidene mit vielen
wichttheilchen in gleichem Abstande beschwerte
Gleichgewichte gehalten, deren unteres Ende auf ei
Tischchen ruhete. So wie der Schwamm durch I
schwerer wurde, hob er einen gröſseren Theil der S
Höhe, und dadurch wurde der Gang des Zeigers rege
BURKHARD hing statt dessen einen im Centro beweg
dranten so auf, daſs der eine Radius desselben hori
andere lothrecht war. An dem ersteren, etwas v
puncte entfernt, war der Schwamm so befestigt, d
tragende Faden auf 0 der Theilung des Quadranten fü
der gröſsten Trockenheit zeigte. So wie aber der S
Schwammes Feuchtigkeit aufsog und letzterer dadu
rer wurde, zog er den Quadranten herab, und der F
te auf der Theilung die zugehörigen Grade[3]. HALE
AGÜLIERS wählten statt des Waagebalkens einen au
feinen Spitzen leicht drehbaren Cylinder mit einem i
Schnecke in den Taschenuhren schneckenförmig eing
Kegel. Um das cylindrische Ende des Apparates wa
gewunden, welcher den Schwamm trug, um den sc

---

stanz, der Schwamm aber nur der Träger derselben sey,

n Theil aber ein Faden mit einem Gegengewichte. So wie
der Schwamm an Gewicht zu- oder abnimmt, drehet der
en desselben den Cylinder, der Faden des Gegengewichtes
wird auf- und abgewickelt, und wirkt bei der Schnecke
einen veränderlich langen Hebelarm, wobei das Gewicht
sich an einer Scale durch seine gröfsere oder geringere Tiefe
Grad der Feuchtigkeit andeutet[1].

Desagüliers schlägt vor, statt des in Salmiak getränkten
wammes bei dem auf die angegebene Weise construirten Hy-
neter lieber ein kleines Schälchen mit irgend einem Salze
Pottasche zu wählen. Als die beste hygroskopische Sub-
z betrachtet Lampadius[2] das Kochsalz, namentlich wenn
elbe einen geringen Antheil salzsaurer Kalk und Thonerde
emischt enthält. Von diesem wird eine Quantität in der
me völlig getrocknet, fein pulverisirt, und dann werden
Grane desselben in der einen Schale einer feinen Waage
h eine gleiche Menge Gewichttheilchen ins Gleichgewicht
acht. Zieht das Salz Feuchtigkeit aus der Atmosphäre an,
nkt die Wagschaale desselben, und die Menge des atmo-
ischen Wasserdampfes wird durch zugelegte Gewichte oder
den Ausschlag, welchen die Zunge des Waagebalkens
, gemessen. Ein diesem ähnliches Hygrometer bringt
rthuss[3] in Vorschlag, nämlich schwefelsaures Kali, wel-
gleichfalls die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anzieht,
die aufgenommene Menge derselben durch sein vermehrtes
icht anzeigt; dagegen giebt Nicholson[4] der Schmalte
al Smalt) den Vorzug vor den Alkalien und Salzen, weil
ie Feuchtigkeit minder begierig, als jene zu thun pflegen,
immt. Viele Untersuchungen über die Hygrometer aus Al-
n und Salzen hat Senebier[5] angestellt, und sie zwar alle
geeignet für hygrometrische Bestimmungen gefunden, im
zen aber räumt er dem Weinsteinsalze den Vorzug vor an-
Salzen und rücksichtlich der regelmäfsigen Gewichtsver-
rung selbst vor den anderweitig ihm bekannten Hygrometern

1 Desagüliers Exper. Philos. II. p. 800.
2 Beiträge zur Atmosphärologie. Freyberg. 1817. S. 29.
3 Allgem. Nord. Annalen. VIII. S. 217.
4 S. dessen Journ. of Nat. Phil. VIII. p. 85.
5 Journ. de Phys. 1778. T. I. p. 421.

ein. Gould[1] bemerkte die außerordentliche Kraft, womit das Vitriolöl die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufnimmt, und hing daher eine Quantität desselben in einem gläsernen Schälchen an einem empfindlichen Waagebalken auf. Der andere Arm des Waagebalkens wurde mit einem Gegengewichte balancirt und in eine lange Spitze verlängert, welche über einem getheilten Bogenstücke hinlief, und auf demselben die Grade der Feuchtigkeit angab. Statt des Vitriolöls empfiehlt Gould auch Weinsteinöl oder Salpetersäure, allein es leidet keinen Zweifel, daß ersteres ungleich besser ist. Noch 1819 hat Livingston in Canton ein solches Hygrometer gebraucht, und eben so genau als empfindlich gefunden. Das Schälchen an dem einen Arme des Waagebalkens enthielt 21 Gr. concentrirte Schwefelsäure von 1,845 spec. Gew. und 29 Gr. Wasser, welche Mischung in sehr feuchter Luft um ihr ganzes Gewicht vermehrt wurde. Die Scale, welche die Zunge des Waagebalkens durchlief, war für jeden Gran in 20 Theile getheilt, und hatte im Ganzen 1000 Theile[2].

Unter die bekanntesten Hygrometer gehört das von Tobias Lowitz angegebene[3]. Dieser fand an den Ufern der Wolga eine Art dünne bläulicher Schiefersteine, welche die Feuchtigkeit begierig aufnahmen, dann aber leicht wieder abgaben. Ein Täfelchen dieses Thonschiefers wog nach dem Glühen 175 Gran, getränkt mit Wasser 247 Gr., hatte also 72 Gr. Wasser oder mehr als $\frac{1}{2,5}$ seines Totalgewichtes aufgenommen. Einen solchen Stein hing der ältere Lowitz an den einen Arm eines empfindlichen Waagebalkens, und brachte ihn mit einer silbernen Kette am andern ins Gleichgewicht, deren Ende an einem Schieber befestigt war, welcher in einem Falze an einem Brette ein

1 Phil. Trans. Nro. 156. Acta Erud. Lips. 1685. p. 315.

2 Edinb. Phil. Journ. N. I. p. 116.

3 Götting. Mag. III. Jahrg. St. 4. Nro. 2. Inochodzew behauptet, er sey der eigentliche Erfinder des Lowitz'schen Hygrometers, weil er schon früher diesen Stein zu Dmietriewsk an der Wolga gefunden, den Unterschied seines Gewichtes nach dem Glühen und dem Befeuchten entdeckt, und ihn daher an einer Waage aufgehangen habe, um vermittelst der Differenz des Gewichtes den Feuchtigkeitszustand der Luft zu messen. S. Acta Acad. Pet. II. P. 2. p. 193. vom Jahr 1778.

ımen des Gewichtes von 10 zu 10 Granen zeigte, wodurch 'aage einen Ausschlag erhielt. Wenn dann der Stein durch euchtigkeit der Atmosphäre schwerer wurde, so zeigte der ber dieses an, indem man ihn dahin stellte, wohin der :hlag des Waagebalkens es forderte. Lowitz fand auf Weise, dafs der Stein bei sehr feuchtem Wetter 55 Gran, ıhr trockenem nur 1,5 Gr. Feuchtigkeit zeigte. Aufser an- Schwierigkeiten steht aber der Anwendung dieses Hygro- s noch die Seltenheit des Steines entgegen, und aufserdem es den gemeinschaftlichen Fehler fast aller, nämlich dafs, ıtein allmälich seine hygroskopische Eigenschaft verliert. hat anstatt dieses Astrachan'schen Schiefers auch das Welt- oder den Hydrophan empfohlen[1], eine Art Opal, welche euchtigkeit begierig aufsaugt; Lüdicke aber hat eine Ver- 'ung des Waagebalkens in Vorschlag gebracht, um die Ver- ıngen des Gewichtes mit gröfserer Regelmäfsigkeit messen nnen, und dieses Hygrometer mit dem Haarhygrometer ichbar zu machen[2]. Hochheimer wandte gegen den z'schen Schiefer ein, dafs er die angenommene Feuchtig- icht gern abgebe, und schlug daher eine matt geschliffene fel statt desselben vor[3]. Diese soll man mit Asche ganz n reiben, und den Standpunct der Zunge einer Schnell- mit 0 bezeichnen, auf welchen diese zeigt, wenn die fel mit einem Bleigewichte am andern Ende ins Gleichge- gebracht ist, dann die Tafel ins Wasser tauchen, durch ıdern das anhängende Wasser entfernen, wieder an die ; hängen, und den Stand des Zeigers als gröfste Feuchtig- ımerklich machen. Wird dann die Waage in ein Käst- esetzt, durch dessen Deckel die Zeigerspitze hervorragt, nd an einem Gradbogen die Unterschiede der Feuchtigkeit hnet, so hat man ein empfindliches Hygrometer. Gil- ' macht die Einwendung, dafs diese beiden Apparate zu- als Manometer wirken müssen, und manche aus der Ver- ıng mit dem Haarhygrometer hervorgehende Abweichun- eraus erklärlich werden könnten; allein bei der geringen

Schreber im Naturforscher. Halle 1783. St. 19.
G. I. 297. ff.
Leipzig. Oekon. Hefte. B. VIII. Hft. 5. von 1798.
Ann. der Phys. I. 314.

Gröfse, wenigstens des Steines und seinem nicht ganz kleinen specifischen Gewichte, ist der aërostatische Einflufs auf sein Gewicht, sofern es aus der veränderlichen Beschaffenheit der Atmosphäre hervorgeht, eine verschwindende Gröfse, wie Lüdicke durch Rechnung gezeigt hat[1]. Gegen die Anwendung der Glastafel macht ebenderselbe die Einwendung, dafs das Glas ein zu schlechter Wärmeleiter sey, und sich daher keine Feuchtigkeit anlege; allein bei den langsam vorgehenden Temperaturveränderungen versteht es sich wohl von selbst, dafs eine Glastafel zwar allmälig Staub aufnehmen wird, aber nie als Hygrometer dienen kann. Lüdicke bot zugleich von ihm selbst verfertigte hygrometrische Steine an, allein sie sind nie in Gebrauch gekommen[2].

Neuerdings hat de la Rive[3] abermals die Schwefelsäure als hygrometrische Substanz in Vorschlag gebracht, jedoch auf eine ganz verschiedene Weise, als dieses durch Gould geschehen ist. Man soll nämlich eine feine Thermometerkugel in concentrirte Schwefelsäure tauchen, so dafs ein dünner Ueberzug derselben daran hängen bleibt, und sie dann in die freie Luft halten. Da die Schwefelsäure sehr begierig Wasser anzieht, und sich durch Verbindung mit demselben erhitzt, so läfst sich aus der Temperaturerhöhung auf den Grad der Feuchtigkeit in der Atmosphäre schliefsen. Das Princip ist allerdings richtig und sinnreich ausgedacht, allein das Verfahren ist zu sehr zusammengesetzt, wie de la Rive selbst zugesteht, als dafs vergleichbare Instrumente auf diese Weise zu erhalten wären, weil namentlich eine grofse Schwierigkeit der Bestimmung in dem Grade der Concentration der Schwefelsäure liegt, wonach sie leichter und schneller die Feuchtigkeit aufnimmt.

D. Hygrometer durch Verdunstung und Niederschlag.

Wenn der Abbé Mann vorschlug, die Feuchtigkeit der Luft durch die verminderte Wirkung der Elektrisirmaschine zu messen[4],

1 G. II. 73.
2 Vergl. ebend. V. 79.
3 Bibl. univ. XXVIII. 285.
4 Comment. Acad. Theod. Pal. Vol. VI. Phys. Manh. 1790. 4. Nr. 4

on dieser Gedanke historisch erwähnt werden, allein dafs lbe zu keinem eigentlichen, vielweniger einem brauchbaren Werkzeuge führe, bedarf kaum gesagt zu werden.

Dasjenige Princip, worauf die neuesten eigentlichen Hyeter gegründet sind, ist schon früh als solches aufgestellt, es bedurfte nur einer zweckmäfsigen Anwendung in einem lich hergestellten Apparate, um durch diesen die wirkliche ung zu erhalten. Zuerst nahmen die Mitglieder der *idemia del Cimento* ein konisches Gefäfs von Glas, füllten s mit Schnee oder geschabtem Eise, hingen es mit der Spitze unten gekehrt auf, worauf die atmosphärische Feuchtigkeit während einer gleichen Zeitdauer in ungleicher Menge dariederschlug, und als Wasser herablief, aus dessen Menge der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre bestimmt werden te[1]. Fontana dagegen erkältete eine reine und völlig genete Glastafel bis auf eine gewisse Normaltemperatur, setzte ann eine bestimmte Zeit der Luft aus, und bestimmte den htigkeitszustand von dieser durch die Gewichtszunahme der r tarirten Tafel[2]; ein Verfahren, welches vor jenem urglich vorgeschlagenen keineswegs einen Vorzug verdient. eich zweckmäfsiger verfuhr le Roy[3]. Dieser erkältete ein mit Wasser von der Temperatur der äufsern Luft durch gegossenes eiskaltes so lange, bis die Oberfläche des Glarch niedergeschlagenen Wasserdunst etwas getrübt wurde, chlofs aus der Temperatur, welche das enthaltene Wasser zeigte, auf die Menge der atmosphärischen Feuchtigkeit. ses Verfahren gleich unvollkommen, so hat es doch offenar neueren Hygrometrie den richtigen Weg gezeigt.

Eine unmittelbare Anwendung dieses durch le Roy angeten hygrometrischen Princips machte Berzelius, indem er mpfindliches Thermometer mit einem ovalen Gefäfse von em Stahle in Berührung mit einem Glase setzte, worin sich altmachende Mischung befand, und denjenigen Thermograd beobachtete, bei welchem der feinste wässerige Ue-

---

Tentamina Experim. nat. cet. ed. P. van Musschenbroek. L. B. 4.

Saggio del Real Gabinetto di Firenze. p. 19.

Mém. de l'Acad. de Paris. 1751.

berzug die polirte Thermometerkugel zu überziehen anfing[1]. Indefs ist es schwierig und kostbar, ein solches Thermometer zu verfertigen; der Stahl unterliegt der Gefahr des Rostens, und die ganze Methode ist sehr zusammengesetzt. Ungleich bequemer ist dagegen das durch DANIELL vorgeschlagene Hygrometer, welches daher auch nach langem Streben ein brauchbheres Instrument dieser Art zu besitzen, mit sehr grofsem Beifalle aufgenommen wurde. Der Erfinder erzählt selbst[2], durch welche Ueberlegungen er zur Construction dieses Instruments gekommen sey, wobei namentlich WOLLASTON's Kryophorus und DALTON's Verfahren einen feuchten Niederschlag auf der Aufsenseite erkälteter Gefäfse zu erzeugen[3] geleitet habe, die früheren Versuche der *Academia del Cimento* und LE ROY's aber erst später bekannt geworden seyen[4].

Nach manchen vergeblichen Versuchen construirte DANIELL sein Hygrometer auf folgende Weise. Auf einem hölzernen
Fig. 140. Fufsgestelle ist eine vierkantige, in der Mitte aufgeschlitzte Säule g h aufgerichtet, welche oben eine messingene Fassung i zum Festhalten der gläsernen Röhre trägt. In der Mitte dieser Säule ist das Thermometer k l mit einer elfenbeinenen transparenten Scale befestigt, welches die Temperatur der Luft anzuzeigen dient. Den Haupttheil des Instrumentes bilden die beiden durch eine Röhre verbundenen Glaskugeln a und b. In dem etwas längeren Schenkel der zur Kugel b führenden Glasröhre ist das kleine Thermometer d e mit einer gleichfalls transparenten Scale befestigt, dessen Kugel in die Naphtha herabreicht, womit die Kugel b zum Theil gefüllt ist. Die Kugel a läuft in die feine Spitze f aus, durch welche die Dämpfe des erhitzten Schwefeläthers entweichen können. Ist nämlich das Instrument so weit vorgerichtet, und die Kugel b etwa zur Hälfte mit Schwefeläther gefüllt, so wird letzterer zum Sieden gebracht, die Kugel a zugleich über den Siedepunct der Flüssigkeit erhitzt, und wenn

---

1 Afhandl. i Fysik, Kemi cet. II. 85. Tillochs Phil. Mag. 1808. Jan. p. 39.

2 Quarterly Journ. of Science. 1820. Jan. Daraus in Gilb. Ann. LXV. 169. Meteorological Essays and Observations. By J. Fred. Daniell, F. R. S. Lond. 1823. 8. p. 139. ff.

3 Memoirs of the Phil. Soc. of Manchester. Vol. V. p. 86.

4 Die Versuche, welche FONTANA und BERZELIUS angegeben haben, scheint DANIELL auch später nicht gekannt zu haben.

alle Luft aus beiden Kugeln und der Verbindungsröhre 1 den Aetherdampf entfernt ist, so wird die Spitze f an der pe zugeschmolzen, die Kugel a mit einer Lage Musselin zogen, und das Instrument ist fertig. Beim Gebrauche des- n bedient man sich eines kleinen Fläschchens mit Schwefel- :, gieſst davon einige Tropfen auf den Musselin der Kugel rodurch in dieser eine bedeutende Kälte erzeugt wird, und a diese dann sich mit den Dämpfen des Aethers in der Ku- b füllt, letztere aber hierdurch bedeutend erkältet wird, so achtet man den Augenblick, in welchem sich der erste Nie- chlag aus der Feuchtigkeit der Luft auf dieser Kugel zeigt, rkt den Stand des in dieser eingeschlossenen Thermometers, erhält auf diese Weise die Temperatur des Thaupunctes so zugleich den Abstand desselben von der Temperatur der , wodurch dann der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre ben ist. Daniell nimmt nämlich an, daſs der in der atmo- rischen Luft enthaltene Wasserdampf den durch die Tempe- bedingten Punct seiner gröſsten Dichtigkeit bei demjenigen rmometergrade habe, bei welchem die ersten Spuren des erschlags sich zeigen, und da diese Temperatur durch das er Kugel b befindliche Thermometer angegeben wird, so nan hierdurch unmittelbar die gesuchte Bestimmung, und Differenz beider Thermometer zeigt zugleich, wie weit die peratur herabgehen müſste, um einen Niederschlag aus der sphäre zu bewirken, also zugleich auch hierdurch den htigkeitszustand.

Daniell ward bald inne, daſs die Wahrnehmung des fein- Niederschlages auf dem transparenten Glase sehr schwierig und da das in der Kugel b eingeschlossene Thermometer h den hohen Grad der Verdunstungskälte sehr schnell sinkt, ird dadurch die Beobachtung des eigentlichen Thaupunctes ierig und das ganze Instrument unsicher; er suchte daher Kugeln aus Metall zu erhalten, dessen Politur eine ungleich ellere und sicherere Wahrnehmung des feinsten wässerigen rzuges gestattet. Zu diesem Ende behielt er das Gestell Fig. liefs aber die Kugeln und die Verbindungsröhre von sehr 141. iem Messingblech verfertigen, das Thermometer de vermit- einer messingenen Fassung in die Kugel b einsenken, die el a mit einer feinen Röhre aus Platin versehen, in welche Glasröhre f eingeschmolzen war, und diese wurde alsdann

zugeschmolzen, nachdem der Apparat auf die angegebene Weise luftleer gemacht war. Solche Hygrometer verfertigte der englische Künstler Newman, und es läſst sich nicht in Abrede stellen, daſs der feinste wässerige Niederschlag auf einer polirten Metallfläche ungleich leichter sichtbar wird, als auf Glase; allein daſs man nicht sehen kann, wie weit die Kugel b mit Naphtha gefüllt ist, und ob die Kugel des Thermometers, welches übrigens bei dieser Vorrichtung eine längere Scale gestattet, wirklich in den Schwefeläther eingetaucht ist, steht allerdings der Brauchbarkeit des Apparates im Wege. Obgleich ich übrigens nicht zweifle, daſs solche Hygrometer von geübten Künstlern verfertigt werden könnten, und einige mir auch erklärten, daſs sie dieses Problem zu lösen gern bereit seyen, so haben doch die Berliner Mechaniker die Ausführung für unthunlich erklärt, und ich glaube immer, daſs die Verbindung des Glasröhrchens mit einem Platinaröhrchen sehr groſsen Schwierigkeiten unterliegt. Man darf es daher als eine groſse Verbesserung betrachten, daſs der jüngere Greiner in Berlin das anfängliche Hygrometer auf eine solche Weise einrichtet, daſs dasselbe ohne Rücksicht auf die Einwendungen gegen das Princip im Allgemeinen nichts zu wünschen übrig läſst, hauptsächlich wenn man zugleich die äuſsere Eleganz und die vollkommene Uebereinstimmung beider Thermometer mit in Anschlag bringt. Die Verbesserung besteht darin, daſs die Kugel d des kleinen Thermometers gerade bis in die Mitte der Kugel b und bis zu ihrer Hälfte in die darin eingeschlossene Naphtha hinabreicht, die Kugel b selbst aber auswärts in ihrer Mitte mit einer 1,5 Lin. breiten Zone des feinst polirten Goldes umgeben ist. Indem sonach der Schwefeläther an seiner Oberfläche am stärksten verdunstet, und hier am kältesten wird, so theilt er seine Temperatur zugleich der Thermometerkugel und der Mitte der vergoldeten Zone mit, auf welcher der feinste Niederschlag dann sogleich sichtbar wird. Hierdurch ist also das hygrometrische Princip in gröſster Vollkommenheit ausgeführt, in wie fern dasselbe indeſs Anwendung verdient, wird späterhin unter der Theorie gewürdigt werden.

Fig. 140.

Man hat seitdem das Daniell'sche Hygrometer wegen seines hohen Preises[2] zu vereinfachen gesucht. Dahin gehört haupt-

1 G. LXVIII. 72.

2 Es kostet bei Greiner in Berlin 10 Rthlr. pr. Cour., welches bei der Schönheit des Instruments mir nicht zu viel zu seyn scheint.

h' ein sinnreicher Vorschlag von Döbereiner[1]. Dieser ein kleines cylindrisches Gefäfs von dünnem Messingblech Fig. 142.
t in dasselbe etwas Aether, und schraubt die Oeffnung em Deckel b zu, durch dessen Mitte ein feines Thermo- so herabgelassen ist, dafs seine Kugel von dem Aether um- wird. Eine feine Röhre a ist in diesem Gefäfse am Rande ben bis auf den Boden herabgesenkt, und mit vielen klei- öchelchen versehen, damit die aus diesen dringende Luft die Flüssigkeit aufsteigt, und mit Aetherdampf gesättigt er Röhre c entweichen kann. Eine lothrecht herabge- Röhre, welche zugleich als Träger des Thermometers ient, verbindet diesen Apparat mit einer Vorrichtung zum rauben an den Tisch und mit einer Compressionspumpe ren Embolus ein Blasenventil hat, welches sich beim Auf- n öffnet, beim Niederdrücken schliesst, während ein an- Blasenventil in der Röhre den Rückgang der hineingetrie- Luft hindert. Wird die Pumpe in Bewegung gesetzt, so t Luft durch den Aether, kühlt ihn vermöge der bewirkten mpfung bedeutend ab, und der Cylinder zeigt den feinen rschlag der atmosphärischen Feuchtigkeit so viel sicherer, man die Verdampfung durch langsamere Zuführung der zögern kann. Vergleichbare Versuche mit diesem und ächten Greiner'schen entschieden zum Vortheil des erste- und da man dieses bequemer in ein Futteral packen, und Gefahr der Beschädigung leicht transportiren kann, so ver- es eine vorzügliche Empfehlung, wenn nicht gegen diese ng von Hygrometern überhaupt gegründete Einwendungen cht werden könnten. Noch einfacher ist das durch Kör- vorgeschlagene Instrument. Dieses besteht aus einem n Thermometer mit aufwärts gebogener und oben wieder Fig. 143.
fter Kugel a, in welche etwas Baumwolle gelegt und diese inigen Tropfen Schwefeläther befeuchtet wird. Schon die Verdampfung dieser äufserst flüchtigen Substanz erkältet ugel beträchtlich, noch mehr aber geschieht dieses, wenn Luft vermittelst eines Löthrohrs gegen die Baumwolle bläst, dann nicht schwer, die Thermometerkugel so weit zu er- , dafs sich der Niederschlag des atmosphärischen Dunstes

G. LXX. 136.
Ebend. p. 139.

auf ihrer Oberfläche zeigt, und überhaupt läfst sich bei den beiden letztgenannten Instrumenten die Temperatur leicht weit unter den Eispunct herabbringen, jedoch wird an dem Körner'schen der feine Niederschlag bei weitem nicht so sicher auf der Glasfläche wahrgenommen, als auf einer polirten Metallfläche[1]. Es ist daher ein nicht verwerflicher Vorschlag, welchen v. Bonnenberger[2] zur Herstellung eines sehr einfachen Hygrometers gethan hat, nämlich die Kugel eines empfindlichen Thermometers mit einer Lage Musselin zu überziehen, und über diese einen dünnen gläsernen, auswärts vergoldeten Cylinder zu schieben, dessen Höhe 1,5 seines Durchmessers beträgt. Damit letzterer keine Risse bekommt, thut man wohl, die Mitte der Kugel mit einigen Lagen Musselin zu umgeben, ehe man sie in den Cylinder schiebt. Für den Gebrauch giefst man einige Tropfen Aether oben in den Cylinder, dessen Verdunstung Kälte, und letztere einen Niederschlag auf der Mitte des vergoldeten Cylinders erzeugt. Beim Eingiefsen des Aethers ist indefs Vorsicht nöthig, damit die vergoldete Oberfläche nicht benetzt werde, weil sich sonst der Dunst nicht ansetzt. Vergleichbare Versuche gaben mit dem Daniell'schen Hygrometer nahe übereinstimmende Resultate[3].

Nicht blofs in Deutschland, sondern auch in Grofsbritannien hat man das Daniell'sche Hygrometer in mehrfach veränderter Form dargestellt. Insbesondere ist dieses durch Thomas Jones geschehen[4], welcher genau so wie Körner die Kugel eines Thermometers in die Höhe zu biegen und mit Aether zu erkälten vorschlug, bis sich der Wasserdunst aus der Atmosphäre daran niederschlüge; inzwischen hat Daniell selbst wegen eines feinen Ueberzuges von Aether, welcher sich der Oberfläche der

1 Körner versichert a. a. O., dafs er die Kugeln der Daniell'schen Hygrometer auch aus Metall verfertige, allein solche sind mir noch nicht zu Gesicht gekommen, und können wahrscheinlich mit den Greiner'schen die Concurrenz nicht aushalten.

2 Naturwissensch. Abhandl. II. 164.

3 Auch Körner verfertigt solche Hygrometer aus einem feinen Thermometer bestehend, auf dessen Kugel von unten herauf ein vergoldeter metallener Cylinder geschoben wird. Aus eigener Anschauung sind mir indefs diese Apparate nicht bekannt.

4 Phil. Trans. 1826.

leicht mittheilt, dieses für unzweckmäſsig erklärt[1]. STER[2] giebt zwei auf ähnliche Weise construirte Hygro-an. Das eine derselben besteht aus einem feinen Ther- Fig. 144. ter mit einem Ringe von Messing, welcher mit etwas Gum- a die Mitte derselben geklebt ist, und dazu dienen soll, ler auf die obere Hälfte der Kugel getröpfelte Aether nicht ie untere herabläuft, und die Beobachtung des feinen Nie-hlages auf der letzteren hindert. Man sieht bald, wie sehr ufgieſsen des Aethers durch die Thermometerröhre erschwert , und dieses zog also diejenige Abänderung des Apparates , wonach die Kugel wieder in die Höhe gebogen ist, der Fig. 145. von oben frei aufgetröpfelt wird, wegen des Ringes nicht laufen kann, der niedergeschlagene Dunst sich aber an dem en Theile der Kugel zeigt. Inzwischen ist es sehr schwer, ewöhnlichem Glase den feinsten Thau wahrzunehmen, und r Umstand veranlaſste die folgende Verbesserung dieses Hy-eters.

Das neueste Hygrometer, auf das nämliche Princip ge-let, ist von THOMAS JONES[3] angegeben. Das Ganze, zum auche bequem eingerichtet, in einem Kästchen, worin sich Fig. 146. ich eine kleine Flasche mit Aether befindet und ein einzu-ubender Draht, um den Apparat daran aufzustellen, besteht Wesentlichen aus einem rechtwinklich gebogenen Thermo-r, dessen Cylinder oben etwas erweitert und mit einer we-gebogenen schwarzen Wölbung versehen ist. Um den un-n Theil des Cylinders ist ein Ueberzug von Seide oder Mus-i befestigt. Hat man also den Apparat so aufgestellt, wie Figur ihn zeigt, so giebt derselbe, als bloſses Thermometer, Temperatur der Luft an; es wird dann aus dem, im Käst-liegenden Gläschen etwas Aether auf den Ueberzug getrö-, und während dessen Verdunstung die Temperatur des rmometers herabbringt, schlägt sich die Feuchtigkeit der osphäre auf der oberen schwarzen Oberfläche nieder, und Stand des Thermometers im ersten Augenblicke, wenn die-geschieht, giebt den Thaupunct an. JONES gesteht selbst, er diese Construction aus einer ihm mitgetheilten Nachricht,

1 Journ. of Sc. and arts. N. XLII. 320.
2 Edinb. Journ. of Sc. N. VII. p. 127.
3 Phil. Trans. 1827. II. 53.

und es würde daher besser seyn, diese, wie b
Hygrometer, von gewöhnlichem Glase zu verfer
vergolden, da man ohnehin auf dem polirten Gold
wässerigen Niederschlag sogleich wahrnimmt. Z
ist es nicht zweckmäfsig, dafs die gewölbte Platte,
man den feinsten Niederschlag aus der Atmosphär
will, von dem hohlen Cylinder des aufsteigenden
pfes ganz umgeben ist. Ungleich besser würde e
das Thermometer nur einmal rechtwinklich zu bi
man den Aether von oben auf den mit Musselin um
linder tröpfeln, und den wässerigen Niederschlag
auf der vergoldeten Oberfläche beobachten könnt
scheint es mir sehr schwierig, den Aether bei aufre
Cylinder an den Musselin zu bringen, ohne zugleich
Oberfläche damit zu benetzen, in welchem Falle
obachtung des Niederschlages sehr erschwert oder
lich gemacht würde.

Dem nach Döbereiner's Angabe verfertigten
ähnlich, aber an Brauchbarkeit ihm nachstehend,
welches Cumming[1] in Vorschlag bringt. Dieses bes
cylindrischen Glasröhre, an welcher oben und un
setzung von polirtem Messing angekittet ist. In d
sich ein feines Thermometer so, dafs die Scale du
röhre abgelesen werden kann, die Kugel aber mit I
oder einer andern lockeren Substanz umgeben ist.

hierdurch einen Niederschlag auf der metallenen Oberfläche elben.

Bei den bisher beschriebenen, auf das Princip der durch lampfung erzeugten Kälte gegründeten Hygrometern wird Körper so weit erkältet, bis er den in der Atmosphäre entmen Wasserdampf als wässerigen Niederschlag auf seiner fläche zeigt; es giebt aber noch eine zweite Classe solcher rate, bei denen man vielmehr aus dem durch die Atmore aufgenommenen Wasserdampfe auf die Menge der darin n vorhandenen Feuchtigkeit schliefst. August hat dieses lem im weitesten Umfange behandelt, und ein höchst zweckig eingerichtetes Werkzeug ausführen lassen, welchem er Namen *Psychrometer* gab, weswegen dieser auch künftig halten werden mag.

Das erste, seit geraumer Zeit bekannte, Werkzeug dieser ist Leslie's Differenz- oder Differenzialthermometer[1], welnach seiner vielseitigen Anwendung besondere Namen er- und für die hier zu untersuchende specielle Bestimmung Hygrometer genannt wird. Es war im Jahre 1799, als Erfinder diesen höchst sinnreich construirten Apparat bekannt ite, welcher auch sofort mit ungetheiltem Beifalle aufgemen wurde[2]. Bekanntlich besteht das Differenzthermoaus zwei durch eine gemeinschaftliche Röhre verbundenen ln mit Luft oder Dampf gefüllt; bei einer ganz gleichen peratur beider Kugeln steht ein Tropfen einer gefärbten Flüsit genau in der Mitte der verbindenden Röhre; wird dagedie expansibele Flüssigkeit in einer derselben erwärmt oder tet, so bewegt sich die tropfbare Flüssigkeit in der Röhre, bezeichnet ihren ungleichen Stand auf einer zum Messen nden Scale. Leslie empfiehlt gefärbte Schwefelsäure als sigkeit zur Bezeichnung des ungleichen Standes in die verende Röhre zu bringen; allein nach meinen eigenen und den Erfahrungen werden die Apparate ungleich empfindli-, wenn man etwas Alkohol oder Aether darin zum Sieden t, und nachdem alle Luft durch die Dämpfe ausgetrieben von der Flüssigkeit aber nur noch wenige Tropfen vorhanind, die feine Spitze an der Lampe zuschmelzt. Man erhält

1 Dessen Beschreibung S. Th. II. S. 535.

2 Nicholson Journ. of Nat. Phil. III. 461. G. V. 235.

Weise ein sehr empfindliches Thermometer, welches ten Veränderungen der Temparatur anzeigt, sobald iden Kugeln einseitig dadurch afficirt wird. Als Hyder Psychrometer dient dasselbe daher dann, wenn ne Kugel mit etwas Papier oder Musselin überzieht, mit Wasser befeuchtet. Letzteres wird dann um so ler in Wasserdampf verwandelt, je begieriger die Luft ihrer Trockenheit denselben aufnimmt, und da die Wälche das Wasser bei seiner Verwandlung in Dampf den n Berührung befindlichen Körpern entzieht, der Menge des n Dampfes proportional ist, so kann man aus der ere und dem veränderten Stande des Differenzialthers auf die Trockenheit der Atmosphäre schiefsen. Wenn an gleich wahr ist, dafs Leslie's Hygrometer die durch dunstung erzeugte Kälte wegen seiner grofsen Empfindlichkeit sehr bald anzeigt, und dabei verhältnifsmäfsig sehr grofse Räume durchläuft, dafs ferner der benetzten Kugel so viel mehr Wärme entzogen wird, je trockener die Luft ist, mithin aus der Gröfse der Differenz des Standes beider Thermometer mit Sicherheit auf eine geringe Menge in der Atmosphäre vorhandener Feuchtigkeit geschlossen werden kann, so ist es doch einerseits äufserst schwierig, das Differenzialthermometer auf wirkliche Grade der Temperatur mit einiger Sicherheit so zu reduziren, dafs diese durch diejenigen Theile angegeben werden, welche auf seiner Scale den Unterschied der Temperatur beider Kugeln bezeichnen; ganz unmöglich aber ist es, mit demselben die eigentliche Temperatur zu messen. Indem aber die Dichtigkeit der Dämpfe eine blofse Function der Wärme ist, so geht hieraus schon unmittelbar hervor, dafs das Differenzialthermometer, obgleich sehr geeignet, die kleinsten Unterschiede der Temperatur anzugeben, die Forderungen an ein Hygrometer keineswegs vollständig erfüllt. Auf den ersten Blick scheint es zwar, als könnte man diesem Mangel durch Verbindung desselben mit einem gemeinen Thermometer abhelfen, um durch dieses die absolute Temperatur zur Zeit der Beobachtung zu messen, allein theils steht der Anwendung dieses Hülfsmittels die angegebene Schwierigkeit, nämlich die Scale des Differenzialthermometers nach einer eigentlichen Thermometerscale zu theilen, als bedeutendes Hindernifs entgegen, theils werden die Kugeln dieses Apparates leicht durch andere Bedingungen, als gerade durch

:ünstlich erzeugte Verdunstung afficirt, namentlich durch Einfluſs des Lichtes, so daſs es diesemnach für hygrome-e Messungen allezeit ein trügerisches Instrument bleiben Manche haben dasselbe daher allerdings den übrigen, r bekannten Hygrometern vorgezogen[1], allein Böckmann dasselbe nach einer langen Reihe sorgfältiger Beobachtun-ınsicher[2], und eben daher ist es auch als eigentliches Hy-eter nie sehr in Aufnahme gekommen.

Die merkbare Mangelhaftigkeit des Leslie'schen Hygrometers e schon Lüdicke auf einen Apparat, welcher nur seiner ıllkommenheit wegen weniger beachtet wurde, übrigens auf das späterhin durch August so höchst zweckmäſsig aus-ırte Princip gegründet ist. Er wollte nämlich auf der näm-n Scale zwei sehr feine Thermometer neben einander loth-: herabhängend vereinigen, das eine unten umbiegen, um m Kugel unter die des andern zu bringen, jener ersteren d von oben her eine Vertiefung geben, in diese einige Tro-Wasser gieſsen, und aus der Kälte, welche dessen Ver-ung erzeugte, auf den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre ıſsen[3]. Es ist klar, daſs der Unterschied der Stände bei-hermometer die psychrometrische Differenz angeben muſste; schon die geringe Oberfläche des verdampfenden Wassers erhältniſs zu der Menge desselben und der Gröſse derjeni-Oberfläche der Kugel, welche von der Luft umgeben blieb, Unbequemlichkeit des Eintröpfelns von Wasser in eine so ge Vertiefung, das Auf- und Abschieben dieses Thermo-rs nebst seiner Scale, und die geringe Entfernung, in wel-dennoch beide Kugeln blieben; dieses und einige andere ·hen erklären die geringe Aufmerksamkeit, welche diesem chlage geschenkt wurde. Kaum etwas mehr beachtet, auf Fall nicht allgemein eingeführt, wurde ein ähnlicher durch :kadder vorgeschlagener Apparat[4]. Dieser besteht aus feinen, auf der nämlichen Scale befestigten Thermometern,

---

Unter andern Lüdicke in G. X. 110. vergl. Gilbert ebend. 5.

: G. XV. 355.

G. X. 16.

: Phil. Trans. of the Roy. Soc. of Edinb. T. X. Vergl. Edinb. Phil. J. N. II. p. 238.

deren eins ohne weitere Vorrichtung die Temperatur der Atmosphäre angiebt, das andere aber einen Ueberzug von Musselin über seine Kugel hat, und hier durch stets aus einer Flasche durch einen Haarpinsel herabträufelndes Wasser feucht erhalten wird. Der Erfinder verband damit noch einen künstlichen Mechanismus, um dieses atmizomische Hygrometer (atmizomic hygrometer, wie er es nannte, zum selbstregistrirenden zu machen. Zu diesem Ende wählte er Weingeist zur thermometrischen Substanz, richtete die Thermometer lothrecht auf, so daſs die Kugeln oben standen, brachte in die Weingeistsäule im Thermometerröhrchen ein feines Glasstäbchen, welches sich bis an das Ende des Weingeistes herabsenkte; durch Adhäsion an diesem aber zurückgehalten und bei der Zusammenziehung der Flüssigkeit mit in die Höhe gehoben wurde, und verband damit einen Mechanismus, durch welchen die lothrechten Thermometer zu einer bestimmten Zeit horizontal gelegt wurden. Es muſste dann zugleich dafür gesorgt seyn, daſs sie von diesem Augenblicke an wohl einer höheren, aber nicht einer niedrigern Temperatur ausgesetzt wurden; dann blieben die Glasstäbchen an demjenigen Orte liegen, welchen sie beim Niederlegen eingenommen hatten, und bezeichneten auf diese Weise, das im trocknen Thermometer, die Temperatur der Luft zur Zeit des Niederlegens, das im befeuchteten die durch Verdampfung des Wassers erzeugte Kälte, der Unterschied beider die damals stattgefundene psychrometrische oder atmizomische Differenz.

Diese zuletzt beschriebene Abänderung eines übrigens ziemlich einfachen Apparates macht denselben offenbar zu sehr zusammengesetzt und zu künstlich, und dieses kann nicht vermieden werden, wenn namentlich die Bedingung, nämlich daſs nach dem Niederlegen keine niedrigere Temperatur auf die Thermometer wirken darf, erfüllt werden soll. Es scheint mir sonach, daſs man von dieser Erweiterung ein für allemal abstrahiren müsse, so angenehm es übrigens seyn würde, das Maximum des Feuchtigkeitszustandes während der Nacht, oder gar in verschiedenen Stunden der letzteren zu kennen. Aber auch hiervon abgesehen läſst das Instrument noch einiges zu wünschen übrig, und dieses liegt in der Art, wie die eine Thermometerkugel benetzt wird; denn daſs man statt der unsicheren Weingeistthermometer sehr genaue Quecksilberthermometer mit langen Scalen zur Beobachtung kleiner Temperaturunterschiede an-

len könne, dieses liegt so nahe bei der Sache, dafs es kei-
esondern Vorschrift bedarf. Es scheint mir nämlich gar
: erreichbar, aus einer umgestürzten Flasche durch einen
pinsel das Wasser so langsam abfliefsen zu lassen, dafs die
mometerkugel sets nafs erhalten werde, ohne dafs sich Tro-
ansetzen sollten, welche zwar nach v. Bohnenberger[1]
nicht sehr bedeutendem Einflusse sind, aber dennoch der
ren Feinheit des Instrumentes einigen Abbruch thun, und
eser Hinsicht gebührt dem durch August construirten Ap-
e der Vorzug, welcher mit jenem gleichzeitig oder sogar
er erfunden wurde, so weit sich hierüber entscheiden läfst.
August[2] kam zu der Erfindung seines Instrumentes dadurch,
er zwei feine, zu einem Daniell'schen Hygrometer bestimmte
mometer mit Fahrenheit'scher Scale dazu benutzen wollte, um
urch Verdunstung erzeugte Kälte zu messen; er hing sie des-
n, das eine frei, die Kugel des andern mit etwas Musselin um-
lt und mit Wasser benetzt, neben einander, und fand, dafs
ifferenz beider gerade die Hälfte derjenigen betrug, welche
ell's Hygrometer zeigte. Bei der Autorität, welche dieser
te Apparat nicht mit Unrecht erlangt hat, vereinigte er da-
wei Thermometer, erdachte ein zweckmäfsiges Mittel, die
l des einen ohne Erzeugung herabfliefsender Tropfen stets
t zu erhalten, und nannte den Apparat *Psychrometer*, unter
nem Namen er in vorzüglicher Güte durch Greiner jun. in
n für 15 preufs. Thaler verfertigt wird. Zwei feine Thermo- Fig. 147.
e A und B nach Réaum. Scale 30° über und 30° unter 0, jeden
wieder in 5 Theile getheilt, so dafs Zehntel füglich mit
rheit geschätzt werden können, hängen von einer messin-
n Fassung herab, welche an einem hölzernen Gestelle befe-
ist. Die beiden Thermometer sind ausgezeichnet fein, die
e derselben ist eben so viel erweitert, dafs bei ihrer be-
zten Scale das Quecksilber bei stärkerer Ausdehnung sie
t zerreifst, und für den Transport werden sie, jedes in
n eigenen Futterale von Pappe aufbewahrt. Unten am Ge-
ist das gläserne Gefäfs C befestigt mit der aufwärtsgehenden
s gekrümmten Glasröhre b, in welcher sich ein Badeschwamm
idet, um das Wasser aus dem Gefäfse der mit einer Lage

1 Naturwissenschaftl. Abhandl. Th. II. Hft. 2.
2 G. LXXXI. 69.

Musselin bedeckten Kugel a zuzuführen und diese fortwährend feucht zu erhalten. Die Oeffnung c endlich dient zum Nachgiefsen des allmälig verbrauchten Wassers. Dafs auf diese Weise durch das eine Thermometer die Temperatur der Luft, durch das andere die durch Verdampfung des Wassers verminderte, und aus der Vergleichung beider die psychrometrische Differenz erhalten werde, ergiebt sich aus dem vorher Gesagten von selbst; in wie fern aber das Instrument dazu diene, als Hygrometer den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu messen, wird weiter unten in der Theorie erörtert werden.

Der Apparat an und für sich betrachtet läfst nichts zu wünschen übrig. Man hat gegen den von Blackadder angegebenen eingewandt, dafs das Wasser allmälig einen kalkigen Ueberzug in dem Musseline erzeuge, und dafs sich leicht Staub und Schmutz auf demselben ablagere, wodurch er gegen die Aufnahme der Feuchtigkeit minder geeignet werde[1], und dieses liefse sich auch gegen den eben beschriebenen vorbringen; allein es hat offenbar keine Schwierigkeit, für die erforderliche geringe Quantität stets destillirtes oder Regenwasser anzuwenden, in welchem sich ein solcher Ueberzug nicht erzeugt, die sich aus der Atmosphäre in längerer Zeit absetzenden Staubtheilchen können leicht weggewaschen werden, und endlich ist es keine bedeutend schwierige Aufgabe, das Musselinstück, falls es unbrauchbar geworden seyn sollte, durch ein neues zu ersetzen. Das Einzige, was noch wohl zu wünschen übrig bleibt, ist ein etwas leichterer Transport; denn obgleich die beiden Thermometer in ihren Futteralen transportabel sind, so erfordert zugleich das Gefäfs ein eigenes Kästchen, und das hölzerne Stativ läfst sich überall nicht bequem packen, weswegen es auch dem Instrumente vom Künstler nicht beigegeben wird. Inzwischen liegt folgender Vorschlag sehr nahe bei der Sache, und scheint mir hauptsächlich in der Hinsicht sehr zweckmäfsig, dafs Reisende, welche hohe Berge besteigen, theils für barometrische Höhenmessungen[2], theils um überhaupt den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre auszumitteln, ein einfaches und leicht transportabeles Hygrometer sehr bedürfen. Man wähle ein einfaches, auf gleiche

1 Edinb. New Phil. Journ. N. II. p. 242.

2 Vergl. oben S. 306.

, als die durch GREINER verfertigten, feines Thermometer, lie Kugel oder den Cylinder desselben in einem rechten l um, hänge es auf gleiche Weise, als dieses bei dem NES angegebenen eingerichtet ist, an einem metallenen : auf, welcher zugleich in das zum Einpacken des Ganzen mte Kästchen vertical gesteckt werden kann, und mache Kugel oder den Cylinder des Thermometers eine beweg- Kappe von Musselin. Zum Behuf der Beobachtung wird iese Kappe weggenommen, das Thermometer sorgfältig scht, an seinem Stative aufgehangen und nach der zur me der äufseren Temperatur erforderlichen Zeit von etwa 15 Minuten mit Vermeidung örtlicher Erwärmungen be- t, dann wird die Kappe herübergezogen, welche im n Zustande bekanntlich etwas weiter, im feuchten dage- ger ist, aus einem im Kästchen zugleich mitgeführten en mit Wasser so befeuchtet, dafs keine Tropfen herab- , oder diese allmälig verdampfen, und da eine einmalige Befeuchtung hinreicht, um das Thermometer auf den unct herabzubringen, so wird dieser nach etwa 15 Minuten alls abgelesen, und auf diese Weise die psychrometrische nz erhalten. Dafs ein solcher einfacher Apparat vollkom- nüge, dieses geht schon aus den allerersten, durch AUGUST llten Beobachtungen hervor; fürchtet man aber zu sehr nflufs, welchen die Aenderung der äufseren Temperatur d des Versuches mit der befeuchteten Kugel haben könnte, n man auch zwei correspondirende Thermometer wählen, mit geätzten Scalen verfertigt sehr wenig Raum einneh- und insofern noch wohl vorzuziehen wären, als beim en Zerbrechen des einen die Beobachtungen nicht gänz- terbrochen werden.

C. Theorie.

Bei allen aus hygroskopischen Substanzen verfertigten nten Hygrometern, deren Scale nicht zwei bestimmte puncte enthält, ist gar keine Theorie möglich, und es berflüssig, hierauf Zeit und Mühe zu verwenden. Einige ren Hygrometer haben indefs allerdings zwei feste Puncte, en denen die Scalentheile liegen, namentlich das v. SAUS- he, das DE LUC'sche, das von CHIMINELLO, LOWITZ,

Lampadius u. a. angegebene; es fragt sich nur, in wie fern diese genau, zuverlässig und als wirklich normal zu betrachten sind. In dieser Hinsicht läfst sich nicht verkennen, dafs die durch v. Saussüre gewählte Methode die einzige ist, welche ganz eigentlich normale Puncte anzugeben vermag. Rücksichtlich des Punctes der gröfsten Trockenheit unterliegt dieses wohl keinem Zweifel und überhaupt ist dieser bei weitem am leichtesten zu erhalten, auch geschieht dieses ohne grofse Schwierigkeiten auf verschiedene Weise, man mag Aetzkali, ungelöschten Kalk, Schwefelsäure oder unter allen am besten salzsauren Kalk anwenden, denn in allen diesen Fällen wird die umgebende Luft völlig trocken, und das Hygrometer zeigt in solcher auf einen Punct, welcher der völligen Trockenheit der Luft zugehört, ohne deswegen nothwendig selbst absolut frei von aller Feuchtigkeit zu seyn. Es ist nämlich ein offenbar unrichtiges Verfahren, wenn einige, wie z. B. Lowitz, durch Glühen oder Lampadius durch die Hitze eines Ofens alle Feuchtigkeit aus der hygroskopischen Substanz entfernen, und hierdurch den Punct der gröfsten Trockenheit erhalten wollten; denn sobald die Affinität des Wasserdampfes zu der hygroskopischen Substanz stärker ist als zur Luft, so wird letztere schon vollkommen trocken seyn, während erstere noch Feuchtigkeit enthält, allein der Punct, auf welchen dann der Zeiger des daraus verfertigten Hygrometers zeigt, gehört offenbar der vollkommenen Trockenheit an.

Schwieriger ist die Bestimmung des Punctes der gröfsten Feuchtigkeit, und hier bleibt offenbar eine Dunkelheit, welche ich in keiner der zahlreichen Untersuchungen über diesen Gegenstand aufgehellet finde. Zuvörderst scheint mir das von de Saussüre gewählte Verfahren, sein Hygrometer in eine möglichst feuchte Luft zu bringen, vor dem durch de Lüc empfohlenen des Eintauchens in Wasser den Vorzug zu verdienen. So sehr nämlich auch letzterer sein Verfahren als das einzig richtige anzuempfehlen sich beeifert hat, so soll doch offenbar das Hygrometer den Zustand der gröfsten Feuchtigkeit dann angeben, wenn die umgebende Luft mit Wasserdampf vollständig gesättigt ist, nicht aber wenn die hygroskopische Substanz sich mit tropfbar flüssigem Wasser in unmittelbarer Berührung befindet. Nach vielfachen angestellten Versuchen scheint indefs zwischen beiden Methoden kein merklicher Unterschied stattzufinden, wie auch daraus ganz natürlich folgt, dafs die einer absolut feuchten Luft

nd ausgesetzten hygroskopischen Substanzen in der Regel
er Lage tropfbar flüssigen Wassers belegt werden; allein
age ist hierbei, wie schon bemerkt worden, noch gar
rörtert, nämlich in welchem Verhältnisse die Verwandt-
n der Luft und der hygroskopischen Substanzen gegen
bei ungleichen Temperaturen zu einander stehen. Alle
werden durch Wärme trockner, während die Luft alle-
fs Neue den gebildeten Wasserdampf aufnimmt und fort-
und wenn gleich hierauf aus andern Gründen nicht mit
heit ein Schlufs gebauet werden kann, so ist es doch
ı, dafs die Affinität der Luft zum Wasserdampfe mit der
ratur wächst, zu den hygroskopischen Substanzen aber
ıt, und in diesem Falle würde der Punct der gröfsten
gkeit so viel niedriger zu liegen kommen, in je höherer
ratur man ihn bestimmte, es sey denn, dafs man das
hen in Wasser hierzu wählte, wodurch der Punct voll-
ner Feuchtigkeit gegeben werden mufs; wenn nicht die
kung des heifsen Wassers auf die hygroskopische Substanz
eitige Irrthümer herbeiführt. Es belohnt sich nicht der
aus den bisher angestellten Versuchen oder durch neue
itteln, in wie fern hieraus Unrichtigkeiten erwachsen kön-
eil diese ganze Classe von Hygrometern aus andern Grün-
unbrauchbar erscheint.

ine Hauptfrage ist nämlich, in wie weit die zwischen den
Normalpuncten liegenden Grade bei den verschiedenen
neтern mit dem wirklichen Feuchtigkeitszustande der At-
ire übereinstimmen. In dieser Beziehung hat ein jeder
r bei seinem vorgeschlagenen Apparate vorausgesetzt, dafs
ıde der atmosphärischen Feuchtigkeit den zwischen beiden
ıcten der Scale enthaltenen Abtheilungen direct proportio-
en, was aber keineswegs aus theoretischen Gründen noth-
folgt, und aus der Erfahrung dadurch widerlegt wird,
sonst alle Hygrometer correspondirend seyn müfsten,
fs die beiden vorzüglichsten, nämlich das von de Lüc
n de Saussüre eine so auffallende Verschiedenheit zei-
ie aus der oben unter A mitgetheilten Tabelle gegen jede
ıdung sichtbar hervorgeht. Sobald sich aber solche be-
le Abnormitäten zeigen, so entsteht die Frage, welches
neter das richtige sey? und diese ist durch alle weit-
n Untersuchungen bisher nicht einmal zum eigentlichen

Objecte der Forschung gemacht, geschweige denn genügend beantwortet. Sollte dieses geschehen, so müfste die Luft künstlich in verschiedenen quantitativen Verhältnissen mit Wasserdampfe gemengt, und diese genau bestimmten Mengungsverhältnisse mit denjenigen Graden verglichen werden, welche das zu prüfende Hygrometer in ihnen zeigte; jedoch würde dieses eine Reihe von Versuchen erfordern, welche wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten fast an das Unmögliche grenzen, und nur in dem Falle belohnend wären, wenn man dadurch ein für immerwährende Zeiten genaues Hygrometer erhalten könnte.

Aber hier stellt sich erst der Haupteinwurf entgegen, welcher allen Hygrometern dieser Art gemacht werden kann, nämlich dafs die dazu verwendeten Stoffe in kürzerer oder längerer Zeit, auf allen Fall für die auf die Construction derselben zu verwendende Mühe zu bald, ihre hygroskopische Eigenschaft verlieren. Alle hygroskopische Substanzen der ersten und zweiten Classe, nämlich die aus dem Thier- und Pflanzenreiche genommenen, trocknen in nicht gar langer Zeit so vollständig aus, dafs sie gegen die Feuchtigkeit der Atmosphäre fast ganz unempfindlich werden. Hierüber sind alle Physiker so vollkommen einverstanden, dafs es überflüssig seyn würde, die Behauptung durch Autoritäten zu unterstützen, und ich erwähne daher statt aller nur einen, nämlich den Veteran unter den deutschen Physikern, E. G. Fischer in Berlin, welcher keinen Anstand nimmt, diesen Satz auf das Bestimmteste auszusprechen[1]. Ich selbst habe namentlich ein sehr schönes, aber altes, Saussüre'sches Hygrometer von dem bekannten Paul in Genf gearbeitet, ein von Ramsden höchst elegant verfertigtes de Lüc'sches in dieser Hinsicht geprüft, allein der Zeiger durchlief bei den verschiedensten Zuständen der Feuchtigkeit keine 5 Grade der Scale, und ein später verfertigtes Fischbeinhygrometer von vortrefflicher Arbeit konnte ich durch achtmaliges, alle zwei Stunden wiederholtes Einlaufen in Wasser nicht von seinem gewöhnlichen Stande bei 42° auf 55° bringen. Freilich kann man entgegnen, dafs es blofs des Einziehens eines frischen Haares oder Fischbeinstreifens bedürfe, um ein solches Instrument wieder brauchbar zu machen; allein wer die Mühe kennt, welche dieses und

1 S. Lehrbuch der Naturlehre. Berl. 1827. Th. I. S. 403.

rn nothwendig erforderliche abermalige Bestimmung der Puncte erfordert, wird eine solche Aufgabe nicht für so erachten. Außerdem aber tritt die Unempfindlichkeit der ›kopischen Substanzen gegen Feuchtigkeit nicht plötzlich sondern sie entsteht und wächst allmälig langsam zuneh-, woraus aber von selbst folgt, daß man nie gesichert ;ann, ob und in welchem Grade dieselbe schon eingetrey; ein unzuverlässiges Meßwerkzeug darf aber unter den kalischen Apparaten eigentlich gar nicht geduldet werden, sein Gebrauch Irrthümer herbeiführen kann, deren Widerg nachher schwerer ist, als das Auffinden der Wahrheit[1]. Die Hygrometer aus dem Mineralreiche sind in vielfacher cht mangelhaft, wenn gleich einige derselben gerade wehrer Dauerhaftigkeit einen Vorzug vor den beiden übrigen en verdienen mögen. De la Rive's Vorschlag zuvörderst, hitzung der Schwefelsäure durch die atmosphärische Feuch- als Mittel zum Messen des quantitativen Verhältnisses tzteren zu gebrauchen, scheitert nach des sinnreichen Ver- eigenem Geständnisse an der Unmöglichkeit, jederzeit berall Schwefelsäure von gleicher Concentration zu erhal- Letztere muſs auſserdem durch das spec. Gewicht gefunden n, welches von dem hygrometrischen Versuche jederzeit andern schwierigen vorauszuschicken erfordert, die Schwiet der Concentrirung selbst nicht gerechnet, und obendrein a man die einmal angewandte selbst nicht mehrere Tage wahren, weil das jedesmalige Oeffnen des Gefäſses den t des atmosphärischen Wassers gestattet, und letzteres zu- so sehr zwischen die gläsernen Stöpsel und Wandungen efäſse dringt, daſs es auch mit gröſster Mühe selten vollig abgehalten werden kann.

Bei allen übrigen hygroskopischen Substanzen aus dem Mireiche wird die Feuchtigkeit aus der Gewichtsvermehrung nmt, und sie erfordern daher einen feinen Waagebalken. eser lang, damit seine Zunge oder ein Zeiger eine lange

. Es ist eine sehr interessante Erfahrung, daſs Pictet ein Hyeter aus dem Haare einer Guanchen-Mumie verfertigen lieſs, lieses, vielleicht 2000 Jahre alt, eben so empfindlich, als ein ies fand. S. Bibl. univ. XXVII. 120. Dieser mit einem der Luft ausgesetzten Haare angestellte Versuch kann übrigens die auflte Behauptung nicht umfassen.

Veränderungen des Feuchtigkeitszustandes richtig und
geben sollen, und sind dann schwer gegen die Aufn
Staubes und sonstiger Stoffe zu schützen, wodurch ih
metrische Kraft offenbar verschlechtert wird. Die durch
vorgeschlagenen Steine oder solche, welche diesen
nachgebildet werden, verlieren ohne Zweifel mit der
hygroskopische Eigenschaft, Salze wohl weniger, allein
verlangt LAMPADIUS, dafs die gebrauchten Portionen
durch andere ersetzt werden sollen. Geschieht dieses
ist schwer zu entscheiden, ob das zum Ersatz genom
genau das Mischungsverhältnifs des ersteren habe, un
also nicht gegen Irrthümer gesichert, wenn nicht jed
Bestimmung der beiden Normalpuncte aufs Neue vor
wird. Bei allen endlich ist aber nicht entschieden, ol
schen beiden Normalpuncten liegenden Scalentheile de
täten der atmosphärischen Feuchtigkeit direct proport
Aus allen diesen vereinten Gründen folgt auf gewi
nothwendig, dafs auch die Hygrometer dieser Art de
Forderungen nicht genügen.

Unter diesen Umständen belohnt es sich kaum
eine Theorie dieser Hygrometer aufzusuchen, und es
her blofs die übrigens sehr schätzbaren Bemühungen L
geschichtlich erwähnt werden, wodurch er gefunden
glaubte, dafs bei dem durch STURM angegebenen H
dessen Zeiger einen ganzen in 360 Grade getheilten K

er die Dämpfe haben jedoch gezeigt, dafs die Dichtigrselben lediglich von der Temperatur abhängt, welches RT zwar keineswegs übersehen, aber dennoch nicht in t berücksichtigt hatte, um daraus zu folgern, dafs die n gewählte Bezeichnung des Hygrometers hiernach unh ist. Ungleich besser erkannte DE SAUSSÜRE den Einer Temperatur auf die Dichtigkeit des Wasserdampfes, deswegen sein Hygrometer mit einem Thermometer, um gaben des ersteren nach denen des letzteren zu corrigiren; geben seine Untersuchungen sehr genaue Resultate rückch der Dichtigkeiten des Wasserdampfes bei verschiedeemperaturen. Indem es aber bei den Angaben der Hyter auf die richtige Bestimmung jener Dichtigkeiten allein amt, diese aber bereits ausführlich untersucht sind[1], so t es hier darauf zu verweisen. Darf alsdann vorausgesetzt n, dafs bei einem Hygrometer der angegebenen Art die Normalpuncte genau bestimmt, die zwischenliegenden aber den wachsenden und abnehmenden Graden der Sätg der Luft mit Wasserdampf direct proportional sind (was i allezeit am meisten problematisch ist) zeigt dann das ometer m Grade von der Menge = n, worin die Scale geist, und heifst endlich die der Temperatur zur Zeit der achtung zugehörige Dichtigkeit des Wasserdampfes gegen bei 0° Temperatur und 28 Z. Barometerstand = d', so ist ichtigkeit des Wasserdampfes gegen Luft $d = \frac{m}{n} d'$. Die weihierher gehörigen Bestimmungen kommen bei der Theorie sychrometers vor, und sind dort ungleich mehr an der geen Stelle[2].

---

1 S. *Dampf*, Th. II. S. 371 ff. BIOT Traité I. p. 532 giebt zwei len, um nach den Bestimmungen von GAY-LÜSSAC bei 10° C. asticitäten des Wasserdampfes aus den Graden des Haarhygros und umgekehrt zu finden. Nach den angeführten Gründen t es mir überflüssig, sie hier ganz oder theilweise aufzunehmen.

2 GAY-LÜSSAC und DULONG haben sich viele Mühe gegeben, den des Haar- und Fischbein-Hygrometers zu erforschen, und BIOT I II. 199 hat allgemeine Formeln hiernach entwickelt. So lange noch jedes Instrument dieser Art seinen eigenen Gang zu befolcheint, halte ich es für überflüssig, tiefer in diese Untersuchuninzugehen.

2. DANIELL hat für sein Hygrometer selbst eine Theorie gegeben[1], und diese müfste unter der Voraussetzung der Richtigkeit für alle ähnliche, nach dem nämlichen Principe construirte Werkzeuge gelten. Hierbei geht er von dem Satze aus, dafs das Hygrometer den Thaupunct angebe, legt dann die durch DALTON gefundenen Bestimmungen der Elasticität und Dichtigkeit des Wasserdampfes zum Grunde, welche er nach einer vorgenommenen Vergleichung mit denen durch URE erhaltenen bis auf geringfügige Unterschiede übereinstimmend findet, und berechnet hiernach die den Temperaturen von 0° bis 95° F. zugehörigen Gewichte eines Cubikfufses Wasserdampf und dessen Expansion, welche vier Gröfsen er zur Bequemlichkeit des Gebrauches in eine Tabelle neben einander stellt. In dieser letzteren sind also die erste Columne der Temperaturen nach F. und die zweite der zugehörigen Elasticitäten des Wasserdampfes in engl. Zollen von DALTON entlehnt, die Gröfsen der dritten und vierten Columne findet er aber auf folgende Weise. Der Wasserdampf soll bei 212° F. und 30 engl. Zolle Luftdruck 1700 mal leichter als Wasser seyn. Wird dann nach den Bestimmungen von RIVE das Gewicht eines Cub. F. Wasser bei 40° F. = 437272 Grains gesetzt, so ist das Gewicht eines Cubikfufses Dampf $= \frac{437272}{1700} = 257{,}218$ Grains, und hiernach lassen sich die Gewichte eines gleichen Volumens Dampf von gleicher Temperatur und unter einem gegebenen Drucke finden, z. B. unter 0,56 Z. Quecksilberhöhe, indem

$$30 \text{ Z.} : 0{,}56 \text{ Z.} = 257{,}218 : 4{,}801$$

wonach also das Gewicht des Dampfes von 212° F. und unter einem Drucke von 0,56 Z. Quecksilberhöhe = 4,801 Grains beträgt. Hieraus wird dann das Gewicht des Wasserdampfes bei jeder andern Temperatur gefunden, wenn man berücksichtigt, dafs nach GAY-LÜSSAC alle elastische Flüssigkeiten sich durch gleiche Wärmevermehrungen gleichmäfsig ausdehnen, und zwar um $\frac{1}{480}$stel ihres Volumens für 1° F. Hiernach ist also das Volumen eines Gases, wenn es bei 32° F. = 1 gesetzt wird, für 60° und 212° F. im Verhältnifs von $1 + \frac{28}{480} : 1 + \frac{180}{480}$ oder wie 1,0583 : 1,3749; und da die Dichtigkeiten und Gewichte sich umgekehrt wie die Volumina verhalten, so hat man

1 Meteorological Essays and Observations. Lond. 1823. p. 153.

1,0583 : 1,3749 = 4,801 : 6,222

etzte Glied dieser Gleichung drückt also das Gewicht eines ıfufses Dampf bei 60° F. in Grains aus, das erste die Ausıng desselben (expansion) letztere bei 32° F. = 1 gesetzt; rstere Gröfse für alle Grade F. von 0 bis 95 auf gleiche e berechnet, füllt die dritte Columne der Tabelle, die e, auf gleiche Weise gefunden, die vierte, welche indefs lie hygrometrischen Beobachtungen ganz überflüssig ist. Beobachtung der hygrometrischen Differenz am Daniell'ı Hygrometer giebt dann sehr einfach folgende Gröfsen, ıe durch ein bestimmtes Beispiel anschaulicher werden:

Temperatur der Luft	70°	F.
Thaupunct	55°	–
Grad der Trockenheit der thermometr. Scale	15°	–
Grad der Feuchtigkeit der hygrom. Scale	0,618	–
Elasticität des Wasserdampfes	0,476	n. Z.
Gewicht des Dampfes in 1 Cub. F.	5,175	Gr.

on ist die erste Gröfse am Thermometer der Säule gegeben, veite an dem der mit Aether gefüllten Kugel, die dritte ı Differenz beider, und zeigt, wie viele Grade der Gonıonspunct des Dampfes unter der Temperatur der Atmo- liegt; die vierte wird gefunden, wenn man berücksichlafs die Sättigungsgrade mit Dampf den Elasticitäten (oder len Dichtigkeiten) umgekehrt proportional sind. Indem lie Elasticität des Dampfes, für 55° F. = 0,476 Z. für 70°),770 Z. beträgt, so giebt

0,476 : 0,770 = 0,618 : 1.

lie Luft ist also bei 70° Temperatur nur im Verhältnifs von ı gesättigt. Die beiden letzten Gröfsen endlich werden er Tabelle unmittelbar entnommen.

Gegen das Verfahren, wonach Daniell zu den in seiner lle enthaltenen Gröfsen gelangt, ist zwar im Allgemeinen ı einzuwenden, allein es ist dennoch nicht von der Art, er gegenwärtige Standpunct der Wissenschaft fordert. Dafs derst die Dalton'schen Bestimmungen der Elasticitäten des erdampfes allein angenommen werden, ist aus dem hohen ıen leicht erklärlich, wozu sie namentlich in England und reich gelangt sind, obgleich man in Deutschland nicht unndete Zweifel dagegen erhoben hat. Wenn man inzwischen er Bestimmung der Elasticitäten des Wasserdampfes nicht

über die Grenzen zwischen 0° und 95° F. hinausgeht, so sind keine sehr merkliche Unrichtigkeiten zu erwarten, indem innerhalb dieser Temperaturen die verschiedenen Angaben jener Größsen ziemlich genau mit einander übereinstimmen. Dagegen sind die Dichtigkeitsverhältnisse zwischen Wasser, Luft und Dampf durch vielfache neuere Untersuchungen mit ungleich gröfserer Schärfe bestimmt, als hier durch Daniell geschieht, und es ist zu verwundern, dafs er diese ganz unberücksichtigt gelassen hat. Inzwischen würde es nicht schwer seyn, eine der seinigen gleiche Tabelle mit Benutzung der neuesten hierfür aufgefundenen Bestimmungen zu berechnen, und sich dieser beim Gebrauche des Hygrometers zu bedienen, liefsen sich nicht gegen die Anwendung des Apparates überhaupt gegründete Einwendungen machen, welche aus der Vergleichung desselben mit dem Psychrometer am besten klar werden.

3. Die Theorie des Psychrometers ist von drei Gelehrten mit ungleich gröfserer Schärfe der Bestimmungen gegeben, als man dieses bei Daniell findet, die Prüfung derselben führt indefs zu Untersuchungen höchst verwickelter Aufgaben, welche allerdings von grofsem Nutzen, hier aber nicht an ihrer gehörigen Stelle seyn würden[1], weswegen ich nur die Hauptsachen kurz mittheile, ohne welche eine Beurtheilung des zu würdigenden Apparates nicht möglich seyn würde.

August selbst ging anfangs[2] von dem durch Erfahrung gefundenen Grundsatze aus, dafs die Differenz des befeuchteten und des trockenen Thermometers genau die Hälfte derjenigen betrage, welche die beiden Thermometer des Daniell'schen Hygrometers zeigen, und indem er dann diejenige Temperatur, welche bei letzterem das in der Aetherkugel eingeschlossene Thermometer beim entstehenden Niederschlage zeigt, als den eigentlichen Thaupunct betrachtet, so könnte das Psychrometer auf gleiche Weise, als jenes, zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades dienen. Der letztere Hauptsatz, wonach also der Werth des Psychrometers durch seine Uebereinstimmung mit dem Daniell'schen Hygrometer erst ausgemittelt werden müfste, wird wohl ganz allgemein angenommen, und doch verdient gerade dieser erst eine sehr sorgfältige Prüfung.

1 Sie gehören eigentlich als Nachtrag zum Art. *Dampf*, Elasticität desselben, in Th. II. dieses Werkes.

2 G. LXXXI. 69.

Wird derselbe vorläufig als richtig vorausgesetzt, so könnte einfach jenes erstere Instrument auf dieses letztere reduciren, nach also den Thaupunct und aus diesem nach Daniell's hode und den zugehörigen Tabellen die Elasticität und Dich-eit des Wasserdampfes finden. August wählt indeſs diesen iteren Weg nicht, sondern er entwickelt selbst aus bekannten aenten die Formeln zur Berechnung jener Gröſsen. Wenn die Luftschicht, welche mit Wasserdampf erfüllt die be-htete Kugel umgiebt, aus trockner Luft und aus Wasser-pf bestehend denkt, das Gewicht der ersten unter einem meterdrucke = 28 Z. = n und bei 0° C. durch ω bezeich- das Gewicht eines Cub. F. Wassers als Einheit angenom-, bei der Beobachtung den Barometerstand = b, die Tem-tur der Cuft = t; die durch Verdunstungskälte erniedrigte t', die zu beiden gehörige Elasticität des Wasserdampfes durch e und e' bezeichnet, und den Ausdehnungs-Coef-nten der Luft durch Wärme = 0,00375 mit m, so ist, das icht dieser Luftschicht = L genannt,

$$L : \omega = b - e' : n\,(1 + mt')$$

$$\text{also } L = \frac{b - e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'}$$

im dieser umgebenden Luftschicht enthaltene Wasserdampf, n Elasticität = e' ist, besteht aus dem atmosphärischen dem neu hinzugekommenen, welcher letztere also die Ela-ät = e' — e haben muſs. Heiſst dann das Gewicht des at-phärischen Wasserdampfes = D, so ist das Verhältniſs die-Gröſse zu derjenigen, welche die trockne atmosphärische bezeichnet, oder D : ω aus drei Verhältnissen zusammen-tzt, nämlich δ : 1, wenn hierdurch das Verhältniſs des spec. des Wasserdampfes gegen das der trocknen Luft bezeich-wird; ferner e : n und endlich 1 : 1 + mt', wonach

$$D : \omega = \delta e : n(1 + mt') \text{ also}$$

$$D = \frac{e}{n} \cdot \frac{\delta\omega}{1 + mt'}.$$

ist das Gewicht des neu gebildeten Dampfes d, so ist

$$d = \frac{e' - e}{n} \cdot \frac{\delta\omega}{1 + mt'}.$$

Bezeichnet man ferner die specifische Wärmecapacität der t, oder diejenige Wärmemenge, welche erfordert wird, eine

gegebene Menge Luft um 1° zu erhöhen, diejenige als Einheit angenommen, welche eine gleich grofse Gewichtsmenge (hier also einen Cubikfufs) Wasser gleichfalls um 1° erhöhen würde, durch γ, und eben so für Wasserdampf durch $\varkappa$, so ist die durch die Luftmasse = L abgegebene Wärme beim Uebergange aus dem Temperaturzustande = t in den niedrigern = t'

$$L \cdot \gamma(t-t') = \frac{b-e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1+mt'}\gamma(t-t')$$

und die durch den Wasserdampf abgegebene

$$D \cdot \varkappa(t-t') = \frac{e}{n} \cdot \frac{\delta\omega}{1+mt'}\varkappa(t-t')$$

Heifst endlich die latente Wärme des Dampfes, oder die Zahl, welche angiebt, um wie viele Grade des hunderttheil. Thermometers ein der gebildeten Dampfmenge gleiches Gewicht Wasser durch die zur Bildung von jenem erforderliche Wärmemenge erhöhet werden könnte = λ, so ist

$$d\lambda = \frac{e'-e}{n} \cdot \frac{\delta \cdot \lambda \cdot \omega}{1+mt'}$$

ein Ausdruck für die durch den neu gebildeten Dampf erforderliche Wärmemenge, auf diejenige Einheit bezogen, durch welche ein Cub. Fufs Wasser um 1° erhöhet werden kann. Insofern aber die durch die Luft und den Wasserdampf denselben abgegebene Wärme der des neugebildeten Wasserdampfes gleich seyn mufs, so erhält man mit Weglassung der einander gleichen Gröfsen

$$(b-e')\gamma(t-t') + e\delta\varkappa(t-t') = (e'-e)\delta\lambda.$$

Aus dieser Formel erhält man

$$e = \frac{1+\gamma\delta(t-t')}{1+\frac{\varkappa}{\lambda}(t-t')}e' - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t-t')}{1+\frac{\varkappa}{\lambda}(t-t')}b.$$

Um nach dieser Formel die Werthe von e zu finden, nimmt August für $\gamma = 0{,}2669$ nach Biot; für $\varkappa = 2{,}8470$ nach demselben; für $\delta = 0{,}62349$ nach Gay-Lüssac; für $\lambda = 550°$ C. nach demselben, welche substituirt

$$e = \frac{e' - 0{,}00077832\,(b-e')\,(t-t')}{1+0{,}00154\,(t-t')}$$

wird; und da t — t' nicht füglich über 20° C. betragen kann, ohne merklichen Fehler

$$e = e' - \frac{0{,}00077832\ (t-t')}{1+0{,}00154\ (t-t')} b$$

noch einfacher

$$e = e' - 0{,}00077832\ (t-t')\ b.$$

Den Werth von e', oder die Elasticität des Wasserdampfes ›hnt August aus den nach Dalton durch Biot berechne- Größsen, und theilt dann 20 Beispiele mit, worin die Werthe e nach den Differenzen $t - t'$ des Psychrometers und nach Hälfte dieser Unterschiede bei den Thermometern des Da- 'schen Hygrometers berechnet sind. Beide stimmen sehr mit einander überein, und scheinen somit zu beweisen, dafs ganzen Differenzen diesen halben jederzeit gleich sind, ;e nicht unmerkliche Abweichungen abgerechnet, welche ›n abgeleitet werden, dafs der Aetherkugel des Hygrometers Wärme von Aufsen zugeführt wird, und daher die Kälte geringer als im Innern seyn mufs. Die Tabellen, welche Hygrometer beigegeben werden, sind nach der Näherungs- ıel $e = e' - 0{,}26\ (t-t')$ berechnet, auch sind darin die in m rheinländischen Cubikfufs enthaltenen Gewichte des ıserdampfes angegeben, welche durch die Näherungsformel $\frac{1230 \cdot e}{1000+4t}$ gefunden sind.

August ist späterhin nicht dabei stehen geblieben, den th von e' aus den mehrfach angefochtenen Dalton'schen mmungen zu entlehnen, sondern hat selbst eine Formel Berechnuug der Elasticitäten des Wasserdampfes entwickelt, he wegen ihrer Eleganz hier einen Platz finden möge[1]. Zusammenstellung einiger als vorzüglich genau zu betrach- er, durch Erfahrung gegebener Elasticitäten des Wasser- ›fes zeigen, dafs sie eine Reihe bilden, deren Glieder gegen einer geometrischen stets kleiner werden, und deren Aus- k also

$$e' = a m^{\frac{1}{1+\beta}}$$

kann, wenn a die zur Temperatur $= 0$, e' die zur Tem-

---

1 Gilb. Annal. von Poggend. LXXXIX. 117. Sie stimmt im Wesentli- mit der von J. T. Mayer gegebenen überein, welcher ich im Art. pf den Vorzug gegeben habe. Es ist also um so wichtiger, auch hier mitzutheilen.

peratur = t gehörige Expansivkraft, m aber den Exponenten des Verhältnisses dieser Reihe für jeden einzelnen Grad bezeichnet. Bezeichnet dann b den Barometerstand, bei welchem der Siedepunct des Thermometers bestimmt wurde, n die Anzahl der Grade zwischen den festen Puncten des Thermometers und $-\omega$ den Punct der Abwesenheit aller Wärme, wenn das Thermometer seinen regelmäſsigen Gang bis zu diesem Puncte beibehielte, so ist klar, daſs $e' = 0$ werden müſste, wenn $t = \omega$ wird, woraus

$$a\,m^{\frac{-\omega}{1-\beta\omega}} = 0, \text{ also } 1 : m^{\frac{\omega}{1-\beta\omega}} = 0 \text{ und } m^{\frac{\omega}{1-\beta\omega}} = \infty.$$

Indem aber m der Erfahrung nach stets gröſser als 1 ist, so folgt

$$\frac{\omega}{1-\beta\omega} = \infty, \text{ also } 1 - \beta\omega = 0 \text{ oder } \beta = \frac{1}{\omega}$$

welches in die Formel substituirt

$$e' = a\,m^{\frac{t}{1+\frac{t}{\omega}}} = a\,m^{\frac{\omega t}{\omega + t}}.$$

Indem ferner bei vorausgesetzter richtiger Bestimmung des Siedepunctes am Thermometer $e = b$ werden muſs, wenn $t = n$ wird, so erhält man hierfür

$$b = a\,m^{\frac{\omega n}{\omega + n}} \text{ also } m = \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{\omega + n}{\omega n}}$$

und diesen Werth für m substituirt

$$e' = a\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{(\omega + n)\,t}{n\,(\omega + t)}}$$

Aus Gay-Lussac's mit Dalton's, Ure's und seinen eigenen sehr genau übereinstimmenden Versuchen bestimmt August dann den Werth von $a = 0{,}00578$ Met.; $n = 100$; $b = 0{,}76$ Met., und $-\omega = -266\frac{2}{3} = -\frac{800^{\circ}}{3}$ C. Hiernach wird für französ. Maſs

$$\text{Log. } e' = \frac{23{,}945371\,t}{800 + 3t} - 2{,}2960383.$$

und nach einer, alle erforderliche Correctionen berücksichtigenden Reduction für $b = 336$ Lin. und $n = 80$, also auf Pariser Maſs und Réaum. Thermometer reducirt

1. $$\text{Log. } e' = 0{,}3506511 + \frac{7{,}9817243\,t}{213{,}4878 + t}.$$

Kird dieser Werth von e' in die oben mitgetheilte Formel ein-
ıführt, so ist

$$e = \frac{e' - 0{,}0009729\ (b - e')\ (t - t')}{1 + 0{,}001925\ (t - t')}$$

ırch Umkehrung der Formel 1 aber findet man den Thaupunct = t''.

$$t'' = 213{,}4878\ \frac{\text{Log. } e - 03506511}{8{,}3323754 - \text{Log. } e}$$

ir metrisches Maſs und 100 theil. Thermometerscale erhält man

$$e = \frac{e' - 0{,}00077832\ (b - e')\ (t - t')}{1 + 0.0015400\ (t - t')}$$

$$t'' = \frac{800}{3} \cdot \frac{2{,}2960383 + \log. e}{5{,}6857520 - \log. e}.$$

Die Reihe der schon mitgetheilten vergleichbaren Versuche ird abermals durch 23 Beobachtungen vermehrt, welche am lsten Juli 1827 auf dem Brocken angestellt sind, und bei de-ɪn die für t'' durch Rechnung erhaltenen Werthe mit den An-ben des Daniell'schen Hygrometers ausnehmend genau über-nstimmen[1].

Ehe ich diese Theorie rücksichtlich ihrer Anwendbarkeit iher prüfe, will ich nur vorläufig über die Formel zur Auffin-ıng der Elasticität des Wasserdampfes Folgendes bemerken, sofern doch auf allen Fall entschieden werden muſs, auf wel-ıe Weise und nach welcher der bis jetzt bekannten Formeln e Menge des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Wasser-ımpfes am genauesten durch Rechnung gefunden werden kann. ɜgen die Principien, von denen August bei der Aufstellung ıd Entwickelung seiner Formel ausgegangen ist, kann nicht glich etwas eingewandt werden, auch kann es derselben kei-n Abbruch thun, daſs die Bezeichnung des absoluten Null-ınctes darin aufgenommen ist, worüber noch wohl einige Dun-lheit herrscht, indem dieses bei dem hier davon gemachten ɜbrauche nicht in Betrachtung kommt. Allein die Formel ist ı Allgemeinen eine logarithmische. Bekanntlich haben aber e diesen zugehörigen Curven eine für gröſsere Abstände stark ınehmende Krümmung, und aus diesem Grunde ist es bedenk-:h, zur Bestimmung der Constanten bei ihnen nur eine Beob-

1 Poggendorff Ann. XC. 140.

setzung zum Grunde zu legen, insofern ein dabei entstehender geringer Fehler zuletzt sehr stark wachsen kann. Bei der von mir[1] gebrauchten Mayer'schen Formel habe ich daher zwei möglichst genaue und sehr weit von einander abstehende Beobachtungen benutzt, und alle von mir dort mitgetheilte Formeln an Beispielen für niedrige und sehr hohe Temperaturen geprüft, wobei fast alle sich als unzulässig zeigten. Bei der durch August gefundenen ist dieses keineswegs der Fall, vielmehr ist derselbe die Elasticitäten des Dampfes bis 1000° R. berechnet, und man kann nicht sagen, dafs die erhaltenen Werthe sich als unmöglich zeigen. Prüft man die Formel indefs an Versuchen, welche gewifs Zutrauen verdienen, und für diese Untersuchungen daher von grofsem Werthe sind, so zeigen sich Unterschiede, nach denen man entweder die Genauigkeit der Versuche oder der Formel in Zweifel ziehen mufs. Vermittelst eines eigends ausgedachten Apparates im Wiener polytechnischen Institute wurden für t nach der 80 theil. Scale und e in Pariser Linien folgende Werthe erhalten[2]: t = 151; e = 301; t = 176; e = 574. August's Formel giebt hierfür 378 und 795 Z.; und wenn wir bei der letzteren Gröfse auch auf die Correction des Thermometers Rücksicht nehmen und statt 795 Z. vielmehr 775 Z. nehmen, welches zu 177° R. gehört, so findet dennoch eine Differenz von + 220 Z. auf Seiten des nach der Formel berechneten Werthes statt. Wer inzwischen die Vollendung der Apparate kennt, welche jenes polytechnische Institut liefert, und die Genauigkeit, womit die Gelehrten daselbst zu experimentiren pflegen, der wird ihnen einen solchen, den dritten Theil des Ganzen übersteigenden Fehler nicht zur Last legen wollen, und lieber die Anwendbarkeit der Formel in Zweifel ziehen. Mayer's Formel giebt dagegen 303 und 575 Z. mit den Beobachtungen vollkommen übereinstimmend. Inzwischen zeigen sich so bedeutende Abweichungen blofs in den sehr hohen Temperaturen, welche bei hygrometrischen Beobachtungen nie vorkommen, und August hat genügend nachgewiesen, dafs die nach seiner Formel berechneten Elasticitäten mit denen, welche die besseren Beobachtungen bei niederen und mittleren Temperaturen geben, innerhalb jener Grenzen sehr genau übereinstim-

1 Im Art. *Dampf*.
2 Jahrb. des Polyt. Inst. I. 144. Gehler II. 385.

en, so daſs man sich also derselben unbedenklich bedienen unn. Insofern sich das Nämliche aber auch von der Mayer'-hen Formel sagen läſst, wird es keinen Anstoſs finden, wenn h diese später als Norm annehme.

Anderson verdient als der zweite genannt zu werden, welher die Gesetze der Hygrometrie genauer entwickelt, und Forıeln angegeben hat, um aus den Beobachtungen an guten Inrumenten die Elasticität und Dichtigkeit des Wasserdampfes in er Atmosphäre zu berechnen[1]. Diese Bemühungen erhalten inen um so gröſseren Werth dadurch, daſs Baumgartner sie ei der Vergleichung einer groſsen Zahl sehr genauer durch v. ürg angestellten Beobachtungen mit dem Psychrometer, dem aniell'schen und einen Haarhygrometer zum Grunde gelegt hat[2]. ızwischen werden von beiden die Gesetze der Spannkräfte und ichtigkeiten des Wasserdampfes als Functionen der Temperaren nicht aufs Neue untersucht und bestimmt, sondern erstere ıtlehnt Anderson von Dalton, letztere dagegen werden ıch dem durch Gay-Lussac aufgestellten Theoreme berechıt, daſs der Wasserdampf bei gleicher Temperatur und Elastiität ein constantes Verhältniſs der Dichtigkeit gegen Luft hat. iese ganze Untersuchung kann daher hier übergangen werden, . die Grundlage derselben allgemein bekannt und schon im rt. *Dampf* mitgetheilt ist, der groſse Werth der Abhandlung ruhet vielmehr darauf, daſs aus einer so gründlichen Vergleiıung der drei vorzüglichsten Apparate eine endliche Entscheiıng der Hauptfrage erwartet werden darf, welche Art von Hyrometern mit Sicherheit als Meſswerkzeuge angewandt werden önne. Es muſs hier jedoch bemerkt werden, daſs auch nach Baumartner's Meinung das Daniell'sche Hygrometer den Thaupunct ımittelbar angiebt, das Psychrometer dagegen eine Berechnung errdert, indem es nicht genügt, die erhaltene Differenz zu verdopeln. Zu der Berechnung wählt er Anderson's Formel, wonach

$$e = e' - \frac{b\,\delta}{30\,(A + C\,\delta)}$$

t, auf Pariser Maſs und Grade der hunderttheiligen Scale redurt, wenn 1 Par. Z. = 1,06578 engl. und 1° F. = $\frac{5}{9}$ C. ist, wird

$$e = e' - \frac{b\,\frac{9}{5}\,\delta}{28{,}1484\,(A + C\,\frac{9}{5}\,\delta)} = e' - \frac{b\,\delta}{28{,}1484\,(\frac{5}{9}\,A + C\,\delta)}$$

1 Edinb. Phil. Journ. N. XXIV. p. 248. und N. XXVI. p. 224.

2 Zeitschrift für Physik u. Math. IV. 50 ff.

Nach ANDERSON ist aber $A = 36$ und $C = -0{,}1$, also erhält man für δ den Werth $t - t'$ gesetzt

$$e = e' - \frac{b\,(t - t')}{562{,}968 + 2{,}81484\,(t - t')}.$$

und zur Vergleichung mit AUGUST's Formel für Pariser Fufsmafs und 80 theil. Scale

$$e = e' - \frac{b\,(t - t')}{450{,}3744 + 2{,}81484\,(t - t')}.$$

VON BOHNENBERGER hat zwar keine eigentliche hygrometrische Theorie geliefert, wohl aber die genauere Kenntnifs der verschiedenen Instrumente erweitert, eine richtige Beurtheilung derselben mehr begründet und die Zahl der werthvollen Beobachtungen um eine nicht unbeträchtliche Menge vermehrt[1]. Auch dieser Gelehrte geht von dem Grundsatze aus, dafs das Daniell'sche Hygrometer den Thaupunct unmittelbar angiebt, und daher das Psychrometer eine Reduction verlangt. Für diese letztere legt er gleichfalls die Dalton'schen Bestimmungen der Elasticität des Wasserdampfes zum Grunde, und folgt der eben erwähnten Anderson'schen Rechnungsmethode. Heifst dann ferner die Temperatur der Luft $= T$; die des feuchten Thermometers $= t'$, die des Daniell'schen, in die mit Aether gefüllte Kugel, eingeschlossenen Thermometers $= t$; bezeichnen F, f' und f die diesen Wärmegraden zugehörigen Elasticitäten des Wasserdampfes der Atmosphäre (wobei vorausgesetzt wird, dafs die Temperatur, welche das in der Kugel des Daniell'schen Hygrometers eingeschlossene Thermometer bei der Entstehung des Dunstbeschlages anzeigt, $= t$, die Elasticität des in der Luft wirklich vorhandenen Wasserdampfes $= f$ nach DALTON's Bestimmungen unmittelbar anzeigt), alle diese Gröfsen in engl. Zollen und Graden nach F., so fand v. BOHNENBERFER, dafs die Reihe der durch ihn mit einem Daniell'schen Hygrometer und einem Psychrometer erhaltenen Beobachtungen durch die Formel

$$A. \ldots . \quad T - t' = \frac{36{,}78\,(F - f)}{0{,}568 + F - f}$$

sehr gut ausgedrückt wurde. In Uebereinstimmung mit dem schon von AUGUST Bemerkten ergab sich ferner, dafs $f' - f : T - t'$ nahe eine constante Gröfse ist, welche bei 27 Par. Zollen Baro-

1 Naturwiss. Abh. II. S. 163 ff.

d = 0,0114 gefunden wurde, statt dafs sie nach Au-
heorie = 0,01244 seyn würde. Es lassen sich dann
he von t leicht finden; wenn man f vermittelst der

$$B. \ldots ; f = f' - 0{,}0114\,(T - t')$$

, und im Allgemeinen ergiebt die Vergleichung der
Weise durch Berechnung erhaltenen Werthe von t nach
rometrischen Beobachtungen mit den durch das Hygro-
ichzeitig hierfür gegebenen Gröfsen eine sehr genaue
stimmung beider Instrumente. v. BOHNENBERGER sucht
gleich aus einer Reihe späterer Beobachtungen den
ten von T — t', und findet ihn aus 5 Beobachtungen
15, weit weniger übereinstimmend, aber aus 7 Beobach-
n 22sten Mai bei bedecktem Himmel und ruhiger Luft
39, dagegen am 29sten Mai abermals aus 8 Beobach-
ı Mittel = 0,01207, aus allen 47 eigenen Beobachtungen
schlufs der vom 22sten Mai) = 0,011398. Aus den
gemachten Beobachtungen wählt er gegen 20 der ge-
, und findet aus diesen für 27 Par. Z. Barometerstand
ı = 0,01303 doch etwas bedeutend abweichend. Als in-
s Endresultat ergiebt sich dann, dafs mit Beibehaltung
hlten Bezeichnung, wonach f' die der Temperatur = t'
ten Thermometers zugehörige Elasticität des Wasser-
f die des in der Atmosphäre wirklich enthaltenen Was-
es bezeichnet, T und t' die Thermometergrade, b den
rstand, folgende Formeln in Anwendung zu brin-

1. Nach der Theorie von AUGUST

$$-\frac{0{,}01244\,(T - t')\,b}{28{,}776},$$ für Grade nach F. und engl. Zolle.

$$-\frac{0{,}315\,(T - t')\,b}{324},$$ für Grade R. und Par. Lin.

n die Thermometerkugel mit Eis umgeben ist, mufs
ficient von T — t' mit 0,88 multiplicirt werden.

2. Nach BÜRG's Beobachtungen

$$-\frac{0{,}01303\,(T - t')\,b}{28{,}776},$$ für Grade nach F. u. engl. Zolle.

$$-\frac{0{,}33\,(T - t')\,b}{324},$$ für Grade R. und Par. Lin.

3. Nach v. Bohnenberger's Beobachtungen

$$f = f' - \frac{0{,}0114\ (T - t')\ b}{28{,}776},\ \text{für Grade F. und engl. Zolle}$$

$$f = f' - \frac{0{,}289\ (T - t')\ b}{324},\ \text{für Grade R. u. Par. Lin.}$$

Auf welche Weise vermittelst des Psychrometers, und noch leichter mit Hülfe des Hygrometers, die Dichtigkeit des Wasserdampfes in der Atmosphäre, und hiernach also die Menge des darin enthaltenen Wassers gefunden werden könne, giebt zwar v. Bohnenberger hier nicht an, allein es folgt aus demjenigen unmittelbar, was anderwärts[1] von ihm über den Einfluſs des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre auf das barometrische Höhenmessen gesagt wird. Ist nämlich f, oder die absolute Elasticität des Wasserdampfes auf die angegebene Weise bestimmt, so darf man nur berücksichtigen, daſs nach Gay-Lüssac die Dichtigkeit des Wasserdampfes 0,62349 von der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft unter gleichem Drucke ausmacht, oder im Mittel aus den Bestimmungen von de Saussüre, Gay-Lüssac, Anderson's und meinen eigenen = 0,6515 jener Gröſse. Heiſst demnach der Barometerstand B, so ist die Dichtigkeit des Wasserdampfes = δ gesetzt

$$\delta = 0{,}62349\ \frac{f}{B}\ \text{oder} = 0{,}6515\ \frac{f}{B},$$

wobei nicht übersehen werden darf, daſs die Dichtigkeit des Wasserdampfes durch höheren oder niedrigeren Barometerstand nicht geändert wird, weil im luftleeren und luftvollen Raume gleiche Mengen desselben existiren; wonach also B constant nach Gay-Lüssac's Bestimmung 0,76 Met. nach der meinigen 28 Par. Z. bezeichnet. Aus dem Werthe von δ aber die Menge des in einem gegebenen Volumen enthaltenen Wassers zu finden ist leicht, indem man hierfür hinlänglich genaue Werthe erhält, wenn man die Dichtigkeit der Luft gegen die des Wassers = 0,00129 : 1 annimmt. Heiſst dieses α, so ist $V\alpha\delta$ das Volumen des in einem Volumen Luft = V enthaltenen Wassers.

Hiermit glaube ich die vorliegende Untersuchung erschöpft zu haben. Es ist nämlich nachgewiesen, auf welche Weise nach dem Urtheile sehr bedeutender Gelehrten und nach einer hinlänglich groſsen Anzahl genauer Versuche die Elasticität des

---

1 Ebend. S. 183.

tigkeit des zu jeder Zeit in der Atmosphäre enthaltenen
serdampfes vermittelst des Hygrometers directe oder des Psy-
neters durch Berechnung gefunden werden kann. Inzwi-
ı glaube ich noch einige Betrachtungen hinzufügen zu müs-
welche ich um so mehr der Beurtheilung anderer anheim-
n mufs, als die dabei zum Grunde liegenden Ansichten mit
: anderer Gelehrten keineswegs völlig übereinstimmen, wes-
ı aber zu erwarten steht, dafs der Gegenstand nicht für
ch abgethan gehalten, sondern nochmals einer ferneren
ng unterworfen werde.

Wenn zuvörderst v. Bohnenberger meint, dafs manche
hm gefundene Abweichungen bei der Bestimmung des
cienten von T — t' in Fehlern der Dalton'schen Angaben für
lasticitäten des Wasserdampfes liegen mögen, und es daher
chenswerth sey, dafs dieser Gegenstand nochmals durch
und genaue Versuche zu gröfserer Gewifsheit erhoben
, so liegt hierin allerdings viel Wahres; von der andern
aber haben sich schon so viele Gelehrte auf die verschie-
Weise des Experimentirens an dieser Aufgabe versucht,
ie bietet der Schwierigkeiten so viele und grofse dar, dafs
glich bleibt, ob auf diesem Felde noch eine reiche Aus-
zu erwarten sey[1].

Manche haben in Beziehung auf das Daniell'sche und das
st'sche Hygrometer geäufsert, es sey zu bedauern, dafs
bei diesen allezeit der Rechnung bedürfe, um zur Kennt-
des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre zu gelangen,
gen ein solcher Apparat weit zweckmäfsiger seyn würde,
er, wie Barometer und Thermometer, diese Gröfse beim
n Anblicke durch den Stand seines Zeigers angebe. Die-
t allerdings richtig, und setzt ein Instrument voraus, wel-
lurch Wärme und Feuchtigkeit in der Art gleichzeitig affi-
erden müfste, dafs man beide Gröfsen gleichzeitig ablesen
e. Ein solches haben wir aber noch nicht, und am we-
n kann das de Saussüre'sche und de Lüc'sche oder eins von
ı nach ähnlichen Grundsätzen construirtes dafür gelten, wie
Gartner sehr richtig bemerkt, indem dabei gleichfalls
gerechnet werden mufs, um aus den Graden des Zeigers

1 S. die ausführliche Zusammenstellung der bisherigen Bemü-
n im Art. *Dampf*.

und den Angaben des Thermometers den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu finden, und es kommen vielmehr das Daniell'sche Hygrometer und das Psychrometer der Lösung dieser Aufgabe ungleich näher als eins der früheren Hygrometer. Die neuesten Untersuchungen, namentlich die durch v. Bühl mit einem Saussüre'schen, Daniell'schen und Augusts'chen Hygrometer angestellten vergleichbaren Beobachtungen haben ferner dargethan, daſs nur die beiden letzteren einen regelmäſsigen Gang zeigen, und wir dürfen es daher als ausgemacht ansehen, daſs die Hygrometrie sich gegenwärtig auf diese beiden Apparate beschränken müsse, wobei man hinzusetzen darf, daſs vorerst schwerlich eine wichtige Verbesserung oder Vermehrung dieser Instrumente zu erwarten sey.

Rücksichtlich einer Vergleichung des Daniell'schen Hygrometers und des Psychrometers muſs man gestehen, daſs allerdings das erstere gleich bei seiner Bekanntwerdung mit groſsem und ungetheiltem Beifalle aufgenommen wurde, bis sich die Schwierigkeiten zeigten, welche seiner Verfertigung im Wege stehen; und erst durch die sinnreiche Verbesserung Gauss's glücklich gehoben sind. Im Allgemeinen ist das Hygrometer seitdem von vielen und bedeutenden Männern sehr gelobt, selbst auch rücksichtlich der Bequemlichkeit des Verpackens und Transportirens, z. B. von Caldcleugh[1], welcher es auf seiner Brasilianischen Reise mit sich führte, Sabine[2], welcher es ein ganzes Jahr lang bei seinem Aufenthalte in der äquatorischen Zone bewährt fand, mehrerer gelegentlich geäuſserter Lobsprüche nicht zu gedenken.

Andere dagegen sind weniger damit zufrieden gewesen, z. B. Pictet[3], welcher wohl nicht ohne Vorurtheil dem Saussüre'schen Hygrometer den Vorzug beilegte, und dieses auch späterhin[4], als das Daniell'sche schon sehr allgemein bekannt war, für das einzige mit Zuverlässigkeit zu gebrauchende Werkzeug ausgab. Prinsep hat eine ausführliche Prüfung des Haarhygrometers unternommen, und ohne dem Daniell'schen Apparate zu nahe treten zu wollen, entscheidet er doch dahin, daſs ersteres

1 Journal of Royal Inst. XIV. p. 46.
2 Ebend. XV. p. 71.
3 Bibl. univ. XIII. 161.
4 Ebend. XXVII. 24.

hinlänglicher Dauerhaftigkeit den Thaupunct richtiger und ter angiebt, als letzteres [1], und also doch den Vorzug hat; ch ist die Frage, ob irgend ein aus sogenannten hygroskopi- n Substanzen verfertigtes Hygrometer den Vorzug vor den unstungshygrometern habe, wohl jetzt unzweifelhaft als zum heile der letzteren entschieden zu betrachten. Macvicar Foggo halten indeſs das nach Jones's Angabe construirte rometer für besser, als das Daniell'sche, weil letzteres zu viel er erfordert, und das in der Kugel eingeschlossene Thermo- r bei der Entstehung des Thaues so schnell sinkt, daſs eine ne Beobachtung kaum möglich ist [2]. Auch Henry Meikle , daſs kaum ein Beobachter zugleich die Thermometerscale achten und den auf der Kugel erscheinenden feinen Nieder- g wahrnehmen könne, welcher kaum auf einer groſsen Me- iche im ersten Momente gesehen werde, geschweige denn inem so winzigen Apparate und bei dem flüchtig herabsin- en Thermometer. Ungleich sicherer scheint ihm daher die achtung einer feinen, mit Wasser benetzten Thermometer- l, und er hat zugleich eine Formel entwickelt, wonach die apuncte aus den Graden der durch Verdunstung erkalteten el berechnet werden können [3], welche ich indeſs nicht mit- eilt habe, da sie auf den Barometerstand nicht Rücksicht nt, übrigens sehr nahe dieselben Resultate giebt, als die h Anderson aufgestellte. Man könnte es allerdings bei Au- r aus einer leicht möglichen Vorliebe für sein Instrument iren, wenn er diesem den Vorzug vor dem Daniell'schen äumt, allein auch Baumgartner und Bohnenberger sind elben Meinung. Letzterer bestreitet es jedoch mit Recht, n August behauptet, das Daniell'sche Hygrometer gebe zu- len den Thaupunct gar nicht an, oder es zeige sich an dem- en überall kein Niederschlag; denn die durch guten Aether ugte Kälte ist so stark, daſs allerdings wohl jederzeit ein lerschlag entstehen muſs, allein das Sinken des Thermome- in der erkälteten Kugel geschieht so schnell, daſs man den ntlichen Punct der Thaubildung selbst auf der polirtesten dfläche genau wahrzunehmen kaum oder überall nicht im

1 Journ. of Science and the Arts XLIII. 28.
2 Edinb. Journ. of Science. N. XIII. 36.
3 Edinb. New Phil. Journ. N. III. p. 22.

Stande ist. Auſserdem hat v. Bohnenberger noch durch vergleichende Versuche sattsam erwiesen, daſs das im Fuſsgestelle des Daniell'schen Hygrometers befindliche Thermometer in Folge des Einflusses seiner Umgebungen sehr unempfindlich ist, und oft gegen 3° F. von der eigentlichen Lufttemperatur im Freien abweicht. Diesem wäre indeſs leicht durch eine Vorrichtung abzuhelfen, vermöge welcher man auch dieses Thermometer frei und dem Einflusse der Säule und des Fuſsgestelles nicht ausgesetzt beobachten könnte.

Einige vergleichende Beobachtungen, welche ich mit dem Daniell'schen Hygrometer und dem August'schen Psychrometer angestellt habe, beide von Greiner vortrefflich verfertigt, berechtigen mich wohl, den hier angegebenen Urtheilen auch das meinige hinzuzufügen, und ich muſs gestehen, daſs ich ganz unbedenklich dem letztern den Vorzug einräume, und zwar aus allen den nämlichen Gründen, welche v. Bohnenberger angegeben hat. Namentlich sinkt meistens das in der Kugel eingeschlossene Thermometer so schnell, daſs eine genaue Beobachtung seines Standes im Momente des erzeugten Niederschlages kaum überall möglich ist. Weniger die Unsicherheit des Thermometers in der Tragsäule, welcher abgeholfen werden kann, als vielmehr die nicht geringe Menge der theuern Naphtha, wenn man anhaltend beobachten will, kommen gleichfalls in Betrachtung.

Der wichtigste, hierbei noch zur Untersuchung kommende Gegenstand ist indeſs folgender: Man nimmt so ganz allgemein an, diejenige Temperatur, welche das Hygrometer im ersten Augenblicke des erzeugten Niederschlages zeige, sey der eigentliche Thaupunct, daſs ich Bedenken tragen würde, dieses in Zweifel zu ziehen, wenn mich nicht triftige Gründe hierzu vermöchten, deren Gewicht ich um so viel mehr fühle, da ich mich ein ganzes Jahr mit der Beobachtung des Entstehens solcher Niederschläge beschäftigt habe. Als ich nämlich im Jahre 1814 die Dichtigkeit der Dämpfe verschiedener Flüssigkeiten aufzufinden mich bemühete, hatte ich gewogene Quantitäten Wasser in einem Ballon von dem klarsten englischen Glase eingeschlossen, und suchte durch den Wechsel der Temperatur denjenigen Punct zu finden, bei welchem zwar noch kein Niederschlag an den inneren Wandungen des Ballons gebildet wurde, unter welcher aber derselbe sogleich entstand. Obgleich es nun

ungleich leichter ist, die geringste Trübung so ausnehmend klaren englischen Glases bei durchfallendem Lichte wahrzunehmen, als eine Verbindung des metallisch glänzenden Goldes, so weiss ich doch sehr wohl, dass ich nie zu genauen Resultaten gelangt seyn würde, wenn mir nicht das zweite Mittel zu Gebote gestanden hätte, nämlich den feuchten Niederschlag durch Temperaturerhöhung wieder verschwinden zu machen, und durch lange anhaltende Anwendung beider Methoden gelang es mir dann endlich, die gesuchten Werthe genau zu erhalten. Wie viele Mühe und Zeit indess jeder einzelne Versuch mit Wasserdampf (denn bei dichteren Dämpfen ist die Bestimmung leicht) erforderte, ist gehörigen Ortes[1] erzählt, und würden ohne dieses jene Versuche mich nicht so anhaltend beschäftigt haben, als wirklich der Fall war. Die von mir für die Dichtigkeit des Wasserdampfes gefundene Bestimmung ist grösser als die durch Gay-Lüssac vermittelst seiner Verdampfungsversuche des Wassers im Torricelli'schen Raume über Quecksilber erhaltene, und dieses erklärt sich leicht daraus, dass das Quecksilber, welches ja bekanntlich nur mit grosser Mühe kaum von aller Feuchtigkeit gereinigt werden kann, einen Theil des Wassers aufnahm, auch konnte Gay-Lüssac aus seinen wenigen Versuchen nicht finden, dass das Dichtigkeitsverhältniss des Massedampfes gegen Luft bei gleicher Wärme und Elasticität nicht für alle Temperaturen ein gleiches ist; wie aus meinen vielen und weit von einander liegenden Versuchen folgt. Aus diesen Versuchen sowohl als auch aus jenen scheint mir der Satz als unbestreitbar gewiss zu folgen, dass der Thaupunct da nicht liegen kann, wo sich ein wässriger Niederschlag zeigt, sondern dass er über die hierbei beobachtete Temperatur fällt.

Betrachte ich indess die Sache ganz für sich und ohne Beziehung auf jene Beobachtungen, so scheint mir der Satz, dass Daniell's Hygrometer den Thaupunct nicht unmittelbar angiebt, vollständig begründet, wenn man anders unter Thaupunct diejenige Temperatur versteht, bei welcher der Wasserdampf der Atmosphäre seine grösste Dichtigkeit hat. Dass letztere Bedeutung aber die richtige sey, dieses lässt sich nicht bezweifeln, indem man sie bei der Bestimmung der Elasticität und Dichtigkeit des atmosphärischen Wasserdampfes zum Grunde legt.

---

1 S. meine Physicalischen Abhandl. Giess. 1816.

Sollte dagegen Thaupunct diejenige Temperatur bedeuten, bei welcher schon wirklicher Thau gebildet ist, so läſst sich dieser unmöglich genau bestimmen, weil der Thau dichter und auch dünner seyn kann, und auf allen Fall kein Dampf mehr ist, sondern Dunst, d. h. ein wirklicher wäſsriger Niederschlag aus der Atmosphäre. So lange hiernach also die mit Aether gefüllte Kugel diejenige Temperatur hat, bei welcher der Wasserdampf noch seine Expansion behält, kann sich kein Dampf auf derselben ablagern, wenn sie gleich unter die Temperatur ihrer Umgebung herabsinkend den angrenzenden Luft- und Dampf-Theilchen Wärme entzieht, weil ja die letzteren erst so viel hiervon verlieren müssen, daſs ihr Expansionszustand nicht weiter möglich bleibt. Der hygrometrische Condensationspunct nach der Angabe des Daniell'schen Hygrometers liegt also unter dem eigentlichen Thaupuncte, oder unter dem Puncte der gröſsten Dichtigkeit des Wasserdampfes. Aus dieſem Grunde wollten v. Bohnenberger, v. Bürg u. a. den eigentlichen Thaupunct aus derjenigen Temperatur zugleich mit bestimmen, bei welcher der auf dem Goldstreifen entstandene Thau wieder verschwindet, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, daſs man die dem eigentlichen Thaupuncte zugehörige Temperatur genau erhalten würde, wenn man diese beiden Puncte einander so nahe wie möglich brächte, oder zuletzt in einen zusammenfallen machte; allein dieses ist nicht bloſs schwierig, sondern fast unmöglich und auf allen Fall für gewöhnliche Beobachtungen nicht anwendbar. Wird nämlich die mit Musselin überzogene Kugel des Hygrometers erkaltet, so verdampft der Aether in der andern an seiner ganzen Oberfläche, entzieht also gleichzeitig der Thermometerkugel und der vergoldeten Glaszone die Wärme, weswegen beider Temperaturen bis auf einen verschwindenden Unterschied gleich seyn werden; wird aber die Aetherkugel von Auſsen erwärmt, so muſs die aufgenommene Wärme erst durch den Aether und dessen Dampf dringen, ehe sie die Thermometerkugel erreicht, worauf bei der schlechten Wärmeleitung der Flüssigkeiten viel zu lange Zeit vergeht, als daſs sich dieses Mittel zu der geforderten Bestimmung eignen sollte.

Fragt man, wie tief der Bethauungspunct der Hygrometerkugel unter dem eigentlichen Thaupuncte liege, so ist dieses schwer bestimmbar, weil man hierfür die Dicke einer sichtbar werdenden Dunstschicht kennen müſste und zugleich die

Dichtigkeit des Dampfes bei der jedesmaligen Temperatur nebst der Entfernung, bis auf welche die kältere Kugel den Wasserdampf aus ihrer Umgebung anzieht. Bei dieser Unbestimmbarkeit der Elemente, wäre es ganz überflüssig, eine Berechnung hierüher anzustellen[1], allein so viel ergiebt sich von selbst, dafs in niedigeren Temperaturen beide weiter von einander abstehen müssen, weil dann der umgebende Dampf dünner ist. Aus dieser Ursache fand auch v. Bohnenberger, dafs die Differenz der beiden Thermometer des Hygrometer's, welche nach August's Beobachtungen die doppelte der Differenz der beiden Thermometer des Psychrometers ist, in niedrigen Temperaturen bis zur 2,5 ja bis zur 3fachen stieg, wie denn das Nämliche aus der Formel folgt, wonach für 0° R. Temperatur der umgebenden Luft die Differenz der Thermometer, des Psychrometers aber = 7,29 beträgt[2].

Hiernach entsteht aber billig die Frage, welches denn der eigentliche Thaupunct sey? Wenn man unter Thaupunct denjenigen Punct der thermometrischen Scale, oder diejenige Temperatur versteht, bei welcher der in der Atmosphäre enthaltene Wasserdampf das Maximum seiner Dichtigkeit hat, so dafs er sich zu tropfbaren Massen condensiren (in Thau oder Nebel

1 Es setzt sich auf den vergoldeten Ring des Hygrometers keine zusammenhängende Wasserlage ab, denn diese wäre durchsichtig und hätte also kein mattes Ansehen, sondern eine Lage sogenannter Dunstkügelchen. Solche Dunstkügelchen, oder einzelne Tropfen, sind bei hinlänglicher Beleuchtung mit blofsen Augen auf eine Weite, die ich zu 10 Par. Z. annehmen will, sichtbar. Ein Object verschwindet nach Gehler Th. IV. S. 1438, wenn der Gesichtswinkel kleiner als 1 Sec. wird. Dieses gäbe ihre Dicke = 10 Z. arc. 1″ = 0,00004848 Z. Nehmen wir bei einer mittleren Temperatur = 12° R. die Elasticität des Wasserdampfes = 0,41 Z.; das Dichtigkeitsverhältnifs der Luft zum Wasser = 0,00129, des Dampfes zur Luft = 0,625, so wäre $\frac{0,41}{28}$. 0,00129 . 0,625 = 0,00001074 die Dichtigkeit des Wasserdampfes gegen Wasser, und aus $\frac{0,00004848}{0,00001074}$ = 4,5 Z. müfste der enthaltene Wasserdampf sich auf der Kugel ablagern. Dieses ist sehr wohl denkbar, wenn man berücksichtigt, wie viel Wärme der verdampfende Aether bedarf; doch sind die Elemente dieser Berechnung zu unsicher. Man ersieht hieraus übrigens klar, dafs der hygrometrische Thaupunct mehrere Grade unter den psychrometrischen fallen mufs.

2 S. Bohnenberger a. a. O. S. 180.

her diesen Gegenstand behandelt haben, einstimmig
nung sind, der Thaupunkt liege tiefer, als jener Verd
punkt, und man könnte sogar noch hinzusetzen, dafs
nau übereinstimmenden Berechnungen diese herrschen
geometrisch beweisen. Inzwischen erwiedere ich hie
man nach den bekannten Versuchen der Academia
mento, le Roy's, Fontana's, Dalton's u. a. stet
Satze ausging, das Thermometer, an welchem ein Ni
zum Vorschein komme, gebe in diesem Augenblicke
punct an, und da das psychrometrische Thermometer h
so entwarf man Formeln, um beide in Uebereinsti
bringen, ohne die Frage aufzuwerfen, welcher von bei
ten der eigentliche Thaupunct sey. Am meisten ko
hierbei die durch August entwickelte Formel in Be
gegen deren Elemente ich Folgendes zu erinnern hab
es heifst: zur Bildung des Dampfes aus dem Wasse
feuchteten Kugel giebt die umgebende Luft und der i
haltene Dampf Wärme her, und wenn dann ferner d
tionsformel für die Beobachtungen des Psychromete
specifischen Wärmecapacitäten beider gegründet wird,
ich vielmehr so fortfahren zu argumentiren. Dieser v
der Luft hergegebene Wärmestoff bewirkt eine Verdi
Dampfes, kann aber nicht so weit entzogen werden,
bares Wasser (Dunst)[1] entstände, weil sonst die W

euchteten Kugel vermehrt und nicht vermindert werden
Insofern also der schon vorhandene Dampf von seiner
verliert, und dadurch verdichtet, zugleich aber durch
u gebildeten vermehrt wird, so muſs dieser Prozeſs so
ortdauern, bis das Maximum der Sättigung der Luft mit
eintritt, die Luft also keinen neuen mehr aufnehmen und
ıen Bildung keine Wärmebindung mehr stattfinden kann,
s dann den Thaupunct giebt. Den ganzen Prozeſs denke
r auf folgende Weise. Ist eine überall mit einer dünnen
schicht umgebene Thermometerkugel der freien Luft so
tzt, daſs sie der letzteren eine möglichst groſse Fläche
ührung darbietet, so wird dieser Wärme entzogen und
npfbildung verwandt, zugleich aber dem Quecksilber im
ometer, welches sich dadurch zusammenzieht. Bei der
Wärmecapacität des Dampfes, und der Begierde der Luft,
in sich aufzunehmen, wird also die Dampfbildung unaus-
fortdauern, so lange noch freie Wärme hierfür vorhanden
bis zu dem Augenblicke, in welchem die Luft keinen
lampf mehr aufnehmen kann, bei stärkerer Temperatur-
erung vielmehr ein Niederschlag entstehen müſste, was
nmöglich ist. Hiernach giebt aber das befeuchtete Ther-
r den eigentlichen Thaupunct, oder wenn man genauer
n Punct der gröſsten Dichtigkeit des Wasserdampfes der
häre unmittelbar.

ei Einwendungen lassen sich gegen diese Theorie vor-
, welche aber beide zu ganz entgegengesetzten Resulta-
en. Zuerst könnte man sagen, die Wärme der Luft und
npfes in ihr wird allerdings zur Dampfbildung der das
ometer umgebenden Feuchtigkeit verwandt, und letzterem
lls Wärme zu gleicher Verwendung entzogen; allein
Värme genug von Auſsen vorhanden ist, die Luft auſser-
cht sofort in den Zustand des Gesättigtseyns mit Wasser-
kommt, so bleibt die Temperatur des psychrometrischen
ometers stets etwas hinter dem Thaupuncte zurück. Die-
die herschende Ansicht, worauf ich aber Folgendes er-
e. Entweder diejenige Luftschicht, welche die befeuch-
ıgel umgiebt, ist bleibend (bei ganz ruhiger Luft) oder

ıch niemand sagt Dunstmaschine, Dunstschiff, Dunstkanone

veränderlich (bei bewegter Luft). In beiden Fällen ist nicht abzusehen, warum der vorräthige Wärmestoff nicht zur Dampfbildung verwandt werden sollte. Dafs hierauf einige Zeit hingeht, liegt in der Natur der Sache, aber eben deswegen sinkt auch das befeuchtete Thermometer allmälig, bis es zuletzt stationär wird, und dieses kann nur dann geschehen, wenn kein freier Wärmestoff zur Dampfbildung mehr vorhanden ist, also wenn die umgebende Luft und die in demselben befindliche feuchte Thermometerkugel die dem Sättigungspuncte zugehörige Temperatur angenommen hat. Ein zweiter Einwurf könnte daraus hergenommen werden, wenn man sagte, bei bewegter Luft komme allezeit eine Menge derselben im nicht mit Wasserdampf gesättigten Zustande mit der befeuchteten Kugel in Berührung, und müsse daher bei der grofsen Wärmecapacität des Dampfes dieselbe sehr erkälten, selbst durch stetes Wegführen des bereits gebildeten Dampfes bis unter die Temperatur des Sättigungspunctes derselben mit Wasserdampf. Letzteres scheint mir indefs unmöglich, weil die auch noch so schnell herbeigeführte Luft allezeit Wasserdampf enthält, welcher an allen bis unter das Maximum seiner Dichtigkeit erkälteten Körpern reducirt wird, und Wärme statt Kälte erzeugt. Insofern aber aus den bisherigen Beobachtungen nicht hervorgeht, dafs die psychrometrische Differenz eine wesentliche Aenderung erhält, wenn die Luft mehr oder weniger bewegt ist, einige Bewegung derselben als nothwendige Bedingung vorausgesetzt, so scheint mir hierin ein auffallender Beweis zu liegen, dafs in jedem Falle die benetzte Kugel die Temperatur des Sättigungspunctes der Atmosphäre mit Wasserdampf annimmt, bei welchem dieses Thermometer also stationär werden mufs.

Um diesen wichtigen Satz durch die Erfahrung zu prüfen, könnte man vermittelst der befeuchteten Kugel den Thaupunct suchen, dann von der Luft, worin dieses geschehen ist, eine Quantität einschliefsen, und durch Entziehung des enthaltenen Wasserdampfes die Menge des letzteren durch die verminderte Elasticität, oder durch die Gewichtszunahme des entziehenden Körpers ausmitteln. Ob Versuche dieser Art möglich sind, wage ich nicht zu entscheiden, auf allen Fall sind sie höchst schwierig. Man könnte ferner von derjenigen Luft, deren Thaupunct durch das Psychrometer erforscht ist, eine Quantität in einen trocknen leeren Ballon einschliefsen, und durch Abkühlung des-

en den wahren Thaupunct aufsuchen, aber auch dieses ist laublich schwer und unsicher. Um wenigstens eine Klei- :eit in dieser Sache zu thun, hing ich zwei Thermometer, :he zwar von einem guten Künstler sind, deren correspon- nder Gang und feste Puncte ich indeſs nicht vorher geprüft e, unter eine Campane auf, welche nebst einem Schälchen etwas Wasser luftdicht auf einem geschliffenen gläsernen ler stand. Es versteht sich von selbst, daſs in dieser mit sserdampf gesättigten Luft beide Thermometer übereinstim- ı muſsten, allein ich fand es merkwürdig, daſs das befeuch- (mit einer nassen Musselinhülle umgebene) Thermometer Stillstehen meistens 0°,5 R. niedriger stand. Wurde die äu- e Temperatur vermindert, so legte sich ein dicker Thau an Wandungen der Campane und auf den Thermometern an, beide Thermometer gingen gleichmäſsig herab. Nachdem darauf die Campane nebst dem einen Thermometer getrock- und beide bis 1° R. herabgebracht hatte, trug ich den Appa- in ein geheiztes Zimmer von 14° R. Das trockene Thermo- er stieg sehr schnell, das feuchte regelmäſsig und hinter je- ı zurückbleibend, denn ersteres zeigte 5° letzteres 2° u. s. w., laſs ich hiernach schlieſsen muſs, daſs das feuchte Thermo- er sich nie vom Thaupuncte entfernte. Um diesen Versuch h genauer anzustellen, und insbesondere wegen des niedri- ı Standes des feuchten Thermometers Gewiſsheit zu erlangen, ; ich die zum Psychrometer gehörigen Thermometer unter :r mit Pomade auf einen Luftpumpenteller gesetzten Campane , lieſs beide bis 0° R. herabgehen, und trug den Apparat n in ein geheiztes Zimmer. Bis zur Temperatur von 5° R. b das befeuchtete Thermometer stets um 0°,5 R. hinter dem knen zurück, von da an bis 11° aber nur um 0°,4, und dann m die Differenz noch mehr ab, bis beide bei 14°,5 R. zu- mentrafen. Als ich darauf die Wärme des Zimmers allmä- verminderte, sanken beide Thermometer, behielten aber bei fortwährend die einmal erhaltne völlige Uebereinstim- ıg bei. Es steht mir kein Apparat zu Gebote, um die mit ı Thermometer versehene Kugel des Daniell'schen Hygrome- unter eine Campane zu bringen, deren Luft mit Wasser- ıpf gesättigt ist, diese dann zu erkälten und zu beobachten, wie viele Grade ihre Temperatur herabsinkt, ehe sie mit ı erforderlichen Niederschlage überzogen wird; so viel ist

erhalten, bis alle Feuchtigkeit absorbirt ist, demnächst wieder verschlossen, und das ganze Gefäfs herausgenommen, um die Quantität der Feuchtigheit durch den Unterschied des Gewichtes vor dem Hineinbringen und nach dem Herausnehmen zu bestimmen. Wegen des Gebrauches unter Quecksilber muſs die Fassung ganz von Eisen seyn, und auf genaues Schlieſsen des Deckels gesehen werden. Der Zweckmäſsigkeit dieses Apparates ungeachtet sieht man bald, daſs die Gröſse dieses Gefäſses, die Menge des enthaltenen salzsauren Kalkes und die Masse der Fassung nebst der Handhabe leicht ein zu groſses Gewicht für die geringe Quantität der zu absorbirenden Feuchtigkeit haben können, wodurch die Gewichtsbestimmung der letzteren minder genau wird. Diesem kann etwas abgeholfen werden, wenn man das Glas klein und möglichst dünn wählt, auſserdem aber den Apparat so einrichtet, daſs Handhaben und Fassung sich abnehmen lassen, und bloſs das Gläschen mit seinem fest schlieſsenden Deckel gewogen wird. Zugleich aber muſs dahin gesehen werden, daſs kein Quecksilber an demselben hängen bleibt, welches sonst ein unrichtiges Resultat herbeiführen würde.

M.





